3e série, t. IIIe. — 1875. — No 4



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME TROISIÈME

Feuilles 13-17 (1er et 15 février, 1er et 15 mars 1875).
Planche IV-VI.

PARIS
AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
et chez F. SAVY, libraire, rue Hautefeuille, 24
1874 A 1875

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.

MAI 1875



EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années, l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. (*Décret du 12 décembre 1873.*) (3)

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société. (*Art. 4 du règlement administratif.*)

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 42 du règlement administratif.*)

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs. (*Séance du 20 novembre 1871.*)

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1874-1875.

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
9	7	4	1	1	1*	3	7
		11		15			
16	21	18	15	29	19	17	21

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

par des débris de roches trachytiques entrant dans la composition des sédiments de cette même période ;

3° Ces éruptions paraissent avoir été sous-marines, ce qui explique la stratification régulière de ces produits volcaniques, leur intercalation au milieu des couches tertiaires moyennes fossilifères, leur richesse en sel marin (Oran). Elles ont surtout été abondantes dans la région littorale de la province, région de fractures;

4° A cette même époque, et peut-être en vertu d'une dissociation des éléments du trachyte, il y a eu éjaculation d'énormes quantités de silice, d'où la formation de couches régulières de silex rubané, de couches siliceuses schisteuses (couches à Diatomées, à Polycystines et à Poissons), dans le Sahélien de Mascara, d'Oran, d'Arbal, de Perrégaux, etc.;

5° Ces éruptions ont duré pendant une grande partie de la période tertiaire moyenne, mais ont surtout été abondantes pendant le dépôt du Sahélien, partie supérieure du Tertiaire moyen ;

6° Les éléments du Pliocène sont généralement d'origine détritique ;

7° Il y a lieu de distinguer, à l'exemple de M. Pomel, le Quaternaire ancien : diluvium gris, du Quaternaire récent : diluvium rouge. L'activité des sources hydrothermales et des phénomènes volcaniques a été portée à son maximum d'intensité pendant la durée du Quaternaire ancien ;

8° C'est à cette époque qu'il faut, selon toute probabilité, rapporter la formation du conglomérat gypseux qui recouvre tous les étages secondaires et tertiaires et n'est recouvert (Perrégaux) que par les sables quaternaires ;

9° Ce conglomérat gypseux s'explique par l'apport interne de sources hydrothermales qui ont modifié chimiquement et physiquement les couches au milieu desquelles elles ont surgi ;

10° Des réactions chimiques opérées par ces sources thermales, et de l'apport interne, sont résultés du gypse, de l'argile verte, de la dolomie, du fer oligiste souvent spéculaire, du quartz, du silex en amygdaloïdes géodiques, du sel gemme, de la pyrite de fer, du mica vert ;

11° Des phénomènes physiques ou dynamiques qui ont accompagné la formation de ce conglomérat, sont résultés le démantèlement des couches tertiaires surtout, et la venue au jour de blocs volumineux de roches étrangères à la contrée, gneiss, pegmatite, diorite, amphibolite, roches vertes ;

12° La dénudation qui a donné lieu à la formation du Quaternaire ancien dans les environs d'Oran, et spécialement sur le revers sep-

tentrional de la chaîne du Tessala, a été puissamment aidée par la formation du conglomérat, qui a été probablement accompagnée et surtout terminée par des éjaculations de grandes masses d'eau et peut-être de boue argilo-ferrugineuse ;

13° C'est encore à la période quaternaire ancienne qu'il convient de placer certaines éruptions basaltiques, spécialement celles que l'on peut observer dans les environs d'Aïn-Temouchent; en ce point, le basalte recouvre le tuf quaternaire et des travertins avec nombreux fossiles (coquilles actuelles) ;

14° Ces éruptions, qui ont donné naissance au conglomérat et au basalte, ont eu probablement lieu sur la terre émergée;

15° Certains amas et filons ferrugineux des environs d'Oran, traversant les schistes jurassiques, pénétrant dans les bancs du Tertiaire moyen supérieur, appartiennent probablement au Quaternaire ancien et expliquent la présence, dans les couches supérieures de ces régions, d'un manteau d'argile ferrugineuse et siliceuse ;

16° L'origine hydrothermale de ces amas et filons de fer oligiste compacte ou micacé, très-manganésifère, ne peut guère être mise en doute, car la matière minérale s'est substituée, molécule à molécule, au test ou au parenchyme des Mollusques fossiles et des Polypiers du Tertiaire moyen supérieur.

Tableau synoptique de l'Histoire géologique des environs d'Oran.

Jurassique : Oxfordo-callovien ? : Djebel Santo, Santa-Cruz, Mers-el-Kébir.	Schistes et grès, calcaires rubannés, dolomies ; Ammonites, Bélemnites, Posidonies, Oursins.
Jurassique supérieur:Corallo-astartien. Terrain crétacé. Terrain tertiaire inférieur.	Manquent. Traces à l'état de cailloux roulés dans les poudingues miocènes de la pointe Canastel.
SOULÈVEMENT PARALLÈLE AU SYSTÈME DES PYRÉNÉES ?, DÉNUDATIONS.	
T. tertiaire moyen (Cartennien ou Helvétien ?): Saint-André, Mers-el-Kébir.	Argiles grises, souvent sableuses ou gypseuses, débris de roches roulés ou non; faune littorale et à faciès vaseux.
MOUVEMENT LENT D'ÉMERSION ?, DÉNUDATIONS. — MOUVEMENT LENT D'IMMERSION?	
T. tertiaire moyen (Sahélien, Tortonien, couches à *Ostrea cochlear* de Théziers (France) ?)	Marnes, calcaires marneux et siliceux, compacts ; faune variable suivant les stations.
MOUVEMENT LENT D'ÉMERSION ?, DÉNUDATIONS N'ATTEIGNANT PLUS LES NIVEAUX SUPÉRIEURS A 300 MÈTRES.	
Terrain tertiaire supérieur.	Marnes et sables fluvio-marins à *Cerithium Basteroti*, grès coquillier marin, dunes sableuses.

CONTINUATION DE LA DÉNUDATION ET DU MOUVEMENT LENT D'ÉMERSION.

Terrain quaternaire.	Marnes détritiques fluviatiles, à coquilles marines, formations détritiques sableuses, travertins, sable rouge....

CONTINUATION DU MOUVEMENT LENT D'ÉMERSION, DÉNUDATIONS, OSCILLATIONS BRUSQUES ?, PHÉNOMÈNES VOLCANIQUES, ETC.

Époque actuelle.

Séance du 15 *février* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Choffat, à Porrentruy (Suisse), présenté par MM. Ch. Mayer et de Tribolet.

M. Hébert fait la communication suivante :

Rectifications et additions au Mémoire de MM. **Hébert** *et* **Toucas** *sur la* **Géologie** *du bassin d'***Uchaux**, par M. **Hébert**.

J'ai l'honneur de présenter à la Société la *Description géologique du Bassin d'Uchaux,* dont j'ai exposé le contenu dans les séances des 1er et 15 juin 1874, mémoire publié dans le tome VI des *Annales des Sciences géologiques,* et dont un résumé a été inséré au *Bulletin,* 3e série, tome II, p. 465. Je demande la permission d'indiquer quelques rectifications et additions qu'il y a lieu de faire à ce travail :

1° Je dois d'abord faire observer que M. Toucas étant l'auteur d'une partie importante de ce travail, son nom aurait dû figurer dans le titre de l'extrait du *Bulletin.* A la suite de TROISIÈME PARTIE, il aurait fallu mettre : *Description du Bassin d'Uchaux* par MM. Hébert et Toucas.

La première ligne du texte aurait dû commencer par : *Introduction* par M. Hébert.

Le titre courant, en haut des pages, aurait dû porter : Hébert et Toucas, au lieu de Hébert *seul.*

Ces dispositions typographiques ne m'auraient point échappé si j'avais eu à corriger la mise en pages ; le Mémoire complet, qui a été imprimé sous ma surveillance, les reproduit scrupuleusement, et chaque page porte en titre courant le nom de l'auteur à qui elle appartient.

2° M. Toucas a recueilli à Saint-Nazaire, près Bagnols, le *Sphærulites cylindracea,* Desm., dans des couches qui sont, dans le Mémoire (p. 27, 68 et 98) et dans l'Extrait (p. 474 et 487), rapportées aux calcaires à *Hippurites cornuvaccinum.* — M. Toucas se propose de visiter de nouveau ce gisement et de l'explorer avec soin, pour voir si le *Sphærulites cylindracea* n'appartiendrait pas à des assises plus élevées que les autres rudistes que nous avons cités en même temps. — Nous demandons donc la permission de faire des réserves sur ce point.

3° Dans le tableau (Mémoire, p. 100; Extrait, p. 492), on voit figurer dans la colonne de la Provence, à la partie supérieure de l'étage cénomanien, une zone à *Heterodiadema libycum* qui a été également mentionnée (Mémoire, p. 86 ; Extrait, p. 489). Conformément au *Mémoire* de M. Toucas *sur les terrains crétacés des environs du Beausset*, p. 35 (1), j'ai placé cette zone au-dessus des *couches à Ostracées;* mais M. Toucas me fait savoir qu'il ne croit plus cette position exacte. Il y a donc lieu de supprimer cette zone jusqu'à ce que sa position soit fixée d'une manière plus précise.

4° J'ai montré dans ce travail (Mémoire, p. 88 à 93; Extrait, p. 490), et le tableau l'indique, que les grès d'Uchaux correspondent à la craie de Touraine et aux couches à *Hemiaster (Periaster) Verneuili* de la Bédoule inférieures aux calcaires à *Radiolites cornupastoris.*— Ce rapprochement vient d'être confirmé par une nouvelle découverte de M. Toucas. Une note insérée au *Bulletin*, à la séance du 15 juin dernier, donne (p. 460) la coupe de la montagne de Caoumé, près de Toulon. Entre les marnes et les calcaires marneux à *Hemiaster Verneuili,* ici très-puissants, et les calcaires à *Radiolites cornupastoris,* M. Toucas a trouvé une couche marneuse, où il a cité *Cidaris sceptrifera, Nucleolites Julieni* ?, Coq., des *Catopygus,* etc. Il a bien voulu me communiquer ces fossiles, et j'ai reconnu qu'ils appartenaient aux espèces suivantes :

Nucleolites parallelus, Ag.,
Catopygus obtusus, Desor,
Cidaris pseudosceptrifera, n. sp. (2),
— *hirudo,* Sorignet.

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. IX, n° IV.
(2) *Cidaris sceptrifera,* Cotteau *(pars), Pal. franç., terr. crét.*, t. VII, pl. MLVI,

M. Toucas avait d'ailleurs déjà rectifié lui-même la détermination des deux premières espèces. — Or, de ces quatre espèces, les trois premières sont des plus caractéristiques de la craie de Touraine. *Nucleolites parallelus* et *Catopygus obtusus* sont très-communs à la base de cette craie, au-dessous du tufau à *Ammonites papalis*, notamment à Bousse, où j'ai recueilli en même temps un exemplaire de *Cidaris pseudosceptrifera* et *Hemiaster Verneuili*. On sait que ce gisement est très-riche en *Cidaris Ligeriensis*, Cotteau. *Catopygus obtusus* n'est pas moins abondant au-dessus de ce tufau, à Troo et à Trehet, dans la vallée du Loir, où M. Cotteau (1) cite également *Nucleolites parallelus*. *Cidaris pseudosceptrifera* est très-commun à Saint-Paterne, à la partie supérieure de la craie de Touraine, où j'ai aussi rencontré un certain nombre d'exemplaires de *C. Ligeriensis*. Quant à *Cidaris hirudo*, j'en avais déjà recueilli un mauvais exemplaire à la partie supérieure des marnes à *Hemiaster Verneuili* (2); mais M. Toucas en a trouvé un grand nombre dans un état parfait de conservation, et accompagnés de fragments de test; or, j'ai depuis longtemps signalé cette espèce comme l'une des plus caractéristiques, par son abondance, de

fig. 12, 13, 14 et 15; *Échin. de la Sarthe*, pl. XLII, fig. 8. M. Cotteau a réuni au *C. sceptrifera*, Mantell, une espèce de la Touraine qui en est très-distincte. Bien que les figures que je viens de citer ne donnent pas une idée complète des caractères de l'espèce turonnienne, on peut, en les comparant à celles de la planche MLVI (fig. 4 et 8) et surtout à celles de la pl. MLVIII, que l'on peut prendre avec certitude comme types du *C. sceptrifera* de Mantell, ou bien encore aux belles planches de M. Wright (*Palæont. Society*, t. XVI, pl. VI; pl. VII, fig. 1; pl. VII *a*, fig. 1[a], 1[b], 1[c]), on peut, dis-je, constater les différences qui les séparent et que M. Cotteau, dans sa description, avait en partie reconnues.

Dans les radioles du *C. pseudosceptrifera*, les granules, plus obtus que dans le *C. sceptrifera*, sont disposés en séries moins régulières; il y a presque toujours des séries qui s'interrompent, ou bien deux séries qui se réunissent en une seule; moins nombreuses que dans le *C. sceptrifera*, elles constituent de fortes côtes crénelées. De plus, la collerette du *C. pseudosceptrifera* est beaucoup plus haute que celle du *C. sceptrifera*, où les granules descendent, en s'atténuant, presque jusqu'à l'anneau. Sous ce rapport le *C. pseudosceptrifera* ressemble au *C. Ligeriensis*, avec lequel il est constamment associé, mais il est rare quand celui-ci est abondant, et réciproquement.

Le test des deux espèces présente des différences aussi grandes. Aucun fragment rencontré avec le *C. pseudosceptrifera* ne saurait être confondu avec le test du *C. sceptrifera* de la pl. MLVIII.

Le vrai *C. sceptrifera* ne se rencontre que dans la craie à *Micraster coranguinum* du bassin anglo-parisien. Je l'ai recueilli à Tartigny, à Veules, à Quiberville, à Étaples, à Herqueville et à Clachaloze.

(Note ajoutée pendant l'impression).

(1) *Échinides de la Sarthe*, p. 236.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XXI, p. 503; 1864.

la partie inférieure de la craie marneuse du Nord à *Inoceramus labiatus* (1).

5° Dans l'*appendice paléontologique* qui accompagne ce Mémoire, nous avons, M. Munier-Chalmas et moi, décrit et figuré (p. 122, pl. V, fig. 12) sous le nom d'*Ostrea Hippuritarum* une espèce qui n'est autre que l'*O. Caderensis,* Coquand (2). Des échantillons que nous devons à M. Toucas nous ont permis d'établir cette identité, que nous n'avions pu soupçonner d'après les figures de la *Monographie.*

6° Enfin, pour réparer quelques oublis de moindre importance, qui nous sont échappés dans le cours du mémoire, le lecteur voudra bien faire les corrections suivantes :

Page 32, ajouter : *Ammonites Salazacensis,* Héb. et M.-Ch., à la liste des fossiles du n° 9 ;

Page 37, ligne 10, ajouter : *Toucasia Toucasi,* (d'Orb. sp.) M.-Ch.;

Page 97, ligne 19, après : *O. Tisnei,* Coq., ajouter : et à l'*O. plicifera*, Duj. sp., var. *Ligeriensis ;*

Page 98, ligne 33, ajouter : *Radiolites Toucasi,* d'Orb. P.;

Page 99, après la ligne 6, ajouter : *Ostrea Caderensis,* Coq. (*O. Hippuritarum,* Héb. et M.-Ch.), et *O. plicifera,* Duj. sp., var. *spinosa,* Math.;

Page 123, ligne 10, après : Piolenc, ajouter : le Beausset, Figuières ;
» ligne 11, après : couches, ajouter : sénoniennes.

M. **Terquem** fait hommage à la Société de son *Quatrième mémoire sur les Foraminifères du système oolithique comprenant les genres* Polymorphina, Guttulina, Spiroloculina, Triloculina *et* Quinqueloculina, *de la zone à* Ammonites Parkinsoni *de Fontoy (Moselle)* (voir la *Liste des dons*), et donne une analyse des résultats qu'il a exposés dans ce travail.

M. Albert **Gaudry** met sous les yeux de la Société des *Batraciens* récemment découverts dans le terrain *permien* des environs d'Autun (Saône-et-Loire) et donne quelques détails à leur sujet.

M. Michel-Lévy fait la communication suivante :

(1) Une espèce très-voisine, *C. pseudohirudo,* Cotteau, existe dans la craie de Meudon et se montre aussi dans la craie à *Micraster coranguinum* et dans la craie à *M. cortestudinarium.* A ce dernier niveau, certaines variétés sont difficiles à distinguer du *C. hirudo.*

(2) *Monographie des Huîtres du terrain crétacé,* p. 108, pl. LVI, fig. 6-9.

De quelques **caractères microscopiques** *des* **roches anciennes acides,** *considérés dans leurs relations avec l'âge des éruptions,*

par M. A. **Michel-Lévy.**

Pl. IV et V.

Nous nous proposons de résumer, dans cette Note, les résultats auxquels nous a amené l'étude microscopique d'un assez grand nombre de roches françaises (1), étude que nous avons entreprise en vue de les comparer avec les roches déjà étudiées par les auteurs Allemands, et aussi de rechercher si celles que nous présumons être du même âge ont des caractères communs. Nous nous sommes principalement attaché à étudier les relations des éléments constituants entre eux, notamment leur ordre de consolidation (2), et nous croyons qu'il convient d'abandonner les démarcations, généralement trop tranchées, admises au sujet de l'état d'isolement des grains de quartz, et de l'existence de pâtes amorphes dans la classe des porphyres à l'exclusion de celle des granites. On verra plus loin qu'il y a une série de passages très-complète entre les granites et les porphyres, et cette remarque peut même s'étendre à toutes les roches en général ; autant le remplissage des filons concrétionnés varie brusquement quand on passe d'un système de filons au système qui lui succède chronologiquement, autant la série des roches éruptives paraît riche en types intermédiaires qui graduent les transitions.

I. Granites. Il est généralement admis que les granites franchement éruptifs sont postérieurs aux gneiss, aux leptynites et même aux micaschistes, roches dans lesquelles il faudrait voir le point d'appui de toute l'écorce terrestre. Mais il est difficile de distinguer dans les granites éruptifs des variétés douées de caractères suffisamment constants. Les granulites, qui ont souvent prêté à des confusions, doivent être rapportées à une série plus récente, et les différences de grain et de coloration sont très-fugitives.

Cependant le microscope permet une séparation entre les granites (A) dont le quartz, toujours récent, s'est consolidé en une fois, et ceux (B) qui présentent en outre des grains bipyramidés de quartz ancien ;

(1) Nous ne considérons ici que les roches de la série acide et celles de la série intermédiaire ; nous laisserons entièrement de côté les roches basiques.

(2) Nous appellerons *anciens* les éléments, généralement en débris, qui ont cristallisé les premiers, et *récents* ceux dont la *consolidation* est postérieure et date souvent de celle de la roche elle-même ; mais nous n'attachons pas à ces expressions l'idée de venues successives.

nous proposons de réserver spécialement à ces derniers la qualification de porphyroïdes.

A. GRANITES ANCIENS. L'ordre habituel de consolidation des éléments est le suivant, en commençant par le plus ancien :

Cristaux en débris : Mica noir, amphibole, oligoclase, orthose ;

Magma cristallisé : Orthose récent, quartz récent.

Le quartz, qui moule et englobe nettement tous les autres éléments, n'est pas doué de la puissance d'infiltration que nous lui verrons dans toute une série de porphyres ; il paraît cependant, en certains points, dissoudre de nombreux débris de feldspath, le long des bords de ses plages, et former avec lui un mélange trouble, cristallographiquement orienté comme le quartz voisin.

Nous n'insisterons pas sur les actions secondaires subies par les débris du feldspath ancien ; les auteurs Allemands en ont fait une étude approfondie, dont les résultats s'appliquent bien aux granites que nous avons examinés : l'oligoclase paraît plus attaqué que l'orthose, qui est souvent encore adulaire sur les bords ; ce dernier feldspath englobe fréquemment des débris d'oligoclase qui paraissent plus cassés, plus anguleux que les siens.

L'orthose récent (1) se distingue de l'ancien par l'étendue de ses plages, qui se terminent irrégulièrement, et par son mode d'altération, qui consiste en de longues traînées, rectilignes et parallèles, de matière trouble, comme terreuse; vue à un grossissement de 1400 fois, cette matière se résout en une multitude de petits granules translucides. Aux Nicols croisés, les plages d'orthose récent se montrent orientées dans la même direction, s'éteignant à la fois dans toute leur étendue et affectant principalement la même couleur bleue ou jaune, même lorsqu'on passe d'une plaque à une autre. L'orthose récent est antérieur au quartz, mais il joue le rôle de pâte par rapport à tous les autres débris contenus dans les granites. Parfois ces débris, de petite dimension, se serrent les uns contre les autres et donnent sous les Nicols croisés des mosaïques brillamment colorées qui rappellent l'apparence que nous offriront les granulites.

B. GRANITES PORPHYROÏDES (2). Ils sont généralement à grains plus fins que les précédents ; l'examen à la loupe permet déjà de pressentir qu'une partie du quartz est en cristaux bipyramidés ; l'examen mi-

(1) Voir notamment le granite rose du puits n° 5 de Montebras (Creuse) ; le granite gris à grands cristaux entre Gelles et Saint-Quentin (Puy-de-Dôme), etc.

(2) Granite de Guéret (Creuse), de la carrière de pavés de l'Ozette près Limoges (Haute-Vienne), de Vire (Calvados), de Manzat (Puy-de-Dôme), etc. — Celui de Manzat est à petits grains et riche en amphibole.

croscopique confirme cette prévision et intercale la consolidation de ce quartz ancien entre le feldspath ancien et l'orthose récent. Il y a de plus du mica blanc en quantité notable dans les roches de cette série, et ce nouvel élément, peu abondant dans les granites anciens, paraît ici postérieur même au quartz récent.

M. Rosenbusch (1) avait déjà signalé dans certains granites la présence de quelques grains isolés de quartz ; ici, ils sont relativement abondants et ils offrent au microscope des contours hexagonaux souvent très-nets ; on les voit englobant les cristaux de feldspath ancien qui viennent s'implanter dans leurs contours, tandis que les plages d'orthose récent se moulent exactement sur les angles de l'hexagone. Le quartz récent ne fait pas défaut dans les granites porphyroïdes ; il y est même plus abondant que le quartz bipyramidé ; il ne paraît pas différer du quartz similaire des granites anciens.

Le mica blanc s'y développe en lamelles hexagonales ou arrondies, bien entières, quoique très-minces.

Les débris de feldspath ancien, noyés dans l'orthose récent, sont souvent corrodés et infiltrés sur leurs bords, et aux Nicols croisés ces infiltrations, comme guillochées, présentent des jeux de coloration très-caractéristiques.

Inclusions. Les granites que nous avons étudiés ne nous ont présenté aucune inclusion vitreuse ; les bulles mobiles y sont, comme d'habitude, très-nombreuses et contenues dans des cellules arrondies ou irrégulières. L'apatite est surtout abondante dans les granites porphyroïdes ; elle se concentre principalement dans les débris de mica noir, sous forme de petits prismes hexagonaux.

II. Elvans et granulites. Nous réunirons dans un même groupe (A) les roches à apparence granitique auxquelles on a donné le nom de *granite à étain* (2), *granite à mica blanc* (3), et les roches porphyriques connues sous le nom d'*elvans ;* ce sont souvent deux manifestations d'une seule et même éruption, en masse et en filons minces ou en pointements localisés.

Le groupe (B) des *granulites* (4) complète la série précédente et lui paraît en général légèrement postérieur. Toutes ces roches sont de couleur claire et pauvres en produits de décomposition du fer oxydulé.

A. Elvans granitoïdes. L'ordre de consolidation de leurs éléments paraît être le suivant :

(1) *Min. u. geogn. Notizen v. einer Reise in Südbræsil*, p. 25 ; Freiburg, i. B., 1870.
(2) Jokély, *Jahrb. des K. K. geolog. Reichs.*, 1856.
(3) Mallard, *Carte géol. de la Haute-Vienne ;* 1869.
(4) *Bull. Soc. géol. de France,* 3e sér., t. II. p. 177 ; 1874.

Cristaux en débris : Mica noir peu abondant en très-petits éléments, quartz ancien bipyramidé, feldspath ;

Magma cristallisé : Quartz récent bipyramidé, mica blanc très-abondant en paillettes palmées formant ciment, et en minces lamelles hexagonales dans les fissures du quartz et dans les clivages du feldspath.

Cette liste présente une certaine incertitude relativement au feldspath ; il ne semble pas qu'il y ait lieu de lui supposer deux époques de consolidation, parce que tous ses fragments sont également cassés et d'une apparence assez uniforme. Quant au quartz, il est nécessaire d'en admettre un ancien et un récent, tous deux assez grossièrement bipyramidés : le même cristal de feldspath (1) se moule sur un grain de quartz ancien, et vient à son tour se ficher dans une infiltration grossièrement hexagonale de quartz récent.

Le mica blanc est certainement postérieur au quartz récent : ses paillettes se plaquent sur les faces cristallines des grains bipyramidés et s'y incrustent souvent ; mais l'examen microscopique permet de constater que le mica blanc a pénétré et cimenté tous les joints, et s'il laisse sa trace sur les grains de quartz, c'est que son dissolvant les a attaqués postérieurement à leur consolidation. Le mica à deux axes est légèrement dichroïque, d'un blanc jaunâtre ou d'un brun rosé très-clair. Le peu d'épaisseur et le gondolement de ses paillettes et de ses lamelles produisent sous les Nicols croisés des irisations et des jeux de lumière très-caractéristiques. Il englobe par places des noyaux verts, plus dichroïques que lui, et rappelle les associations de biotite et de muscovite décrites par G. Rose (2), dont les granites porphyroïdes nous montrent aussi quelques exemples.

L'oligoclase, très-abondant, paraît mieux conservé que l'orthose ; le cas inverse est le plus général dans les roches des autres séries.

Elvans porphyroïdes. Les roches granitiques précédentes montrent, même à l'œil nu, des débris de feldspath de grandeur inégale, notamment de grands clivages très-brisés, d'un rose saumon, tranchant sur le reste de la roche qui est d'un grain assez uniforme. Cette disposition porphyroïde s'exagère dans les elvans proprement dits : on y observe un magma cristallisé, simulant une pâte, qui reproduit en petit les particularités des elvans granitoïdes : quartz ancien et feldspath en petits débris très-cassés, quartz récent en infiltrations généralement arrondies, le tout cimenté par d'abondantes paillettes palmées

(1) Granite à mica blanc de la chaîne de Blond (Haute-Vienne), notamment près de Vaury ; *Id.*, à l'est de Montebras (Creuse).

(2) *Ueber die regelmæssige Verwachsungen*, etc. *Poggendorfs Ann.*, 1869, p. 177.

de mica blanc, souvent déjà visibles à la loupe; mais le magma, composé parfois d'éléments extrêmement fins (1), contient aussi de gros débris, feldspath et quartz, qui donnent à la roche un aspect entièrement porphyrique.

Cristaux en débris de grande dimension. Au mica noir, généralement peu abondant, il faut joindre quelques lamelles de chlorite radiée et de grands prismes hexagonaux de pinite (2) amorphe, nettement pseudomorphique.

Les gros grains de quartz ancien présentent des coupes hexagonales très-nettes; le magma, simulant la pâte, y pénètre en pédoncules irréguliers; le quartz récent s'accole au quartz ancien en certains points, et le passage au magma cristallisé a lieu ainsi par transitions insensibles.

Cristaux en débris de petite dimension. Nous ne reviendrons pas sur l'analogie complète que présente ce que l'on appelle improprement la pâte de la plupart des elvans avec les roches granitoïdes décrites plus haut. Dans certains d'entr'eux (3) le quartz récent et le mica blanc paraissent dominer; plus souvent ils englobent de petits débris de quartz et de feldspath anciens; mais bien qu'on soit fondé à attribuer à ces débris la même origine qu'aux cristaux de grande dimension, qui se montrent souvent (4) fendillés et tous prêts à se casser en petits fragments, il y a cependant lieu de penser que quelquefois le feldspath a dû avoir plusieurs époques de consolidation.

Magma cristallisé. Cette dernière hypothèse devient une certitude pour quelques elvans (5) pauvres en mica blanc, riches en chlorite et contenant parfois un peu d'amphibole (6), où le quartz récent s'est en partie consolidé en même temps qu'un orthose récent, avec lequel il constitue un mélange assez confus.

(1) Elvan corné des recherches de Cieux (Haute-Vienne). Cette roche se rapproche des elvans de Cornouailles (Penzance, etc.).

(2) Elvans d'Auvergne, Pranal, Manzat, etc. — M. Descloizeaux signale que la pinite d'Auvergne paraît complétement amorphe et agit sur la lumière polarisée comme une matière gommeuse; il constate aussi que les cristaux de pinite sont quelquefois pénétrés ou entourés par des lamelles de micas à deux axes. *Manuel de Minéralogie,* t. I, p. 360; 1862.

Nous ne sommes pas encore fixé sur l'âge relatif des elvans et des granulites si abondants en Auvergne; mais ces deux séries de roches y paraissent antérieures aux porphyres noirs anthracifères.

(3) Elvans de Méry, près Vaury (Haute-Vienne), de Saint-Yvoine et de Mont-la-Côte (Puy-de-Dôme), etc.

(4) Voir notamment l'elvan du puits n° 5 de Montebras.

(5) Elvan de Saint-Ours (Puy-de-Dôme).

(6) Elvan de Blot-l'Eglise (Puy-de-Dôme).

B. Granulites (1). Elles complètent au point de vue géologique la série précédente et lui sont par places un peu postérieures (2) ; par leurs caractères microscopiques, elles s'en montrent aussi une annexe naturelle : on les trouve composées de débris à peu près égaux de quartz et de feldspath, quelquefois simplement juxtaposés et comme pressés les uns contre les autres, généralement cimentés par un quartz récent, dont la tendance à cristalliser en grains hexagonaux, à bords irréguliers, est bien marquée.

L'oligoclase est souvent plus abondant que l'orthose ; tous deux sont adulaires en maints endroits. Le mica noir, l'amphibole (3), la tourmaline (4) ne sont pas rares ; le mica blanc est en quantité très-variable, mais toujours appréciable. Ce dernier élément ne paraît plus se présenter aussi habituellement en paillettes palmées dans les joints ; il pénètre subtilement dans les clivages du feldspath et les fissures du quartz, et s'y dépose en lames extrêmement minces, que décèlent les Nicols croisés, mais dont les contours échappent quelquefois au microscope non polarisant (5). Les mêmes phénomènes peuvent être constatés dans les gneiss rouges de Saxe, roches souvent métamorphiques, où une action postérieure semble avoir produit du quartz récent et une abondance de mica blanc.

Certaines variétés compactes, qui paraissent à l'œil nu presqu'entièrement feldspathiques (6), se montrent au microscope très-riches en quartz récent. Quelquefois ce quartz semble s'être consolidé en même temps qu'un orthose récent dans lequel il est grossièrement orienté. Il suffit de rappeler combien sont intimes les relations de gisement des pegmatites avec les roches à mica blanc, pour ôter tout imprévu à cette apparence qui constitue, comme nous le verrons bientôt, un passage aux porphyres granitoïdes.

Il résulte de ces diverses circonstances que la plupart des granulites se montrent aux Nicols croisés sous la forme de brillantes mosaïques, avec irisations et anneaux colorés.

Inclusions. Le granite à mica blanc présente, notamment dans les grains de quartz ancien, de nombreuses inclusions de grande dimension, nettement dihexaédriques, avec bulles presque toutes mobiles.

Le quartz ancien de plusieurs elvans (Méry, Montebras) contient des microlites transparents, allongés, terminés en biseaux très-aigus.

(1) *Note sur les granulites. Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. II, p. 177 ; 1874.

(2) Chaîne de Blond.

(3) Granulite des Issertaux (Puy-de-Dôme).

(4) Granulite du Tombeau de Pontgibaud.

(5) Granulites de Méluzien près Avallon (Yonne), à 2 kil. à l'est de Cervon vers Lormes (Nièvre), de Jourland (Nièvre), etc.

Les quartz de la famille des granulites(1) présentent aussi de nombreuses inclusions, souvent dihexaédriques, les unes de petite dimension, avec bulles mobiles, les autres souvent très-grosses, à bulles fixes entourées d'anneaux noirs très-épais. Ces dernières paraissent entourées d'une matière amorphe consolidée.

III. Porphyres anthracifères. Nous rangeons dans cette série : (A) les porphyres granitoïdes dont M. Gruner (2) a le premier déterminé l'âge avec précision dans la Loire, où il les place à la base même du terrain houiller inférieur ; (B) les porphyres noirs dont les coulées s'intercalent dans les couches les plus inférieures du même terrain. Ces derniers ne doivent plus être considérés comme des roches éruptives acides, mais bien de la série intermédiaire.

A. Porphyres granitoïdes. L'étude macroscopique des porphyres granitoïdes permet de les ranger en trois séries : *euritique* du type de Boën, *quartzifère* du type d'Urphé, *feldspathique* du type de Saint-Just (3). C'est de beaucoup la variété euritique qui est la plus répandue ; on sait qu'elle présente des passages insensibles aux autres variétés.

L'examen microscopique assigne aux divers éléments des porphyres granitoïdes l'ordre de consolidation suivant :

Cristaux en débris : Mica noir, chlorite, amphibole, gros débris de quartz ancien et de feldspath, orthose et oligoclase ;

Magma cristallisé : Feldspath et quartz récents de consolidation simultanée à la façon des pegmatites, quartz granulitique (analogue au quartz récent des granulites) postérieur au mélange précédent.

Cristaux en débris. Comme on le voit, le mica blanc a disparu avec les granulites (4); mais ici nous retrouvons des débris de mica noir et de chlorite en abondance; la chlorite en lamelles bien rayonnées se présente surtout dans les variétés intermédiaires (5) et feldspathiques. Ces dernières se chargent aussi d'amphibole et de pyrite de fer; plus le quartz récent est rare (6), plus l'amphibole se montre abondante.

(1) Granulites entre Coudes et Sauvagnat (Puy-de-Dôme).

(2) Gruner, *Description géologique du département de la Loire*, p. 285 ; 1857.

(3) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e sér., t. II, p. 60 ; 1873.

(4) On peut citer quelques roches à mica blanc postérieures au porphyre granitoïde ; celui d'Urphé (descente vers Saint-Thurin) contient quelques filons minces d'une eurite rosée, chargée de mica blanc ; à l'examen microscopique, cette eurite se montre très-riche en petits débris allongés de feldspath strié, qui ont une tendance à s'orienter; le quartz récent est moins abondant que dans les granulites et les elvans, et les caractères de cette roche, sauf la présence du mica blanc, s'éloignent de ceux des séries précédentes.

(5) Rochefort (Loire), Aubusson (Creuse).

(6) Saint-Just-en-Chevalet (Loire), La Vauzelle près Compreignac, La Bétoulle près

L'oligoclase domine dans les variétés euritiques, sans exclure entièrement les débris d'orthose, qui sont prédominants dans les variétés quartzifères et feldspathiques.

Les gros grains de quartz ancien bipyramidé abondent à Urphé et à Limoges; ils ne disparaissent jamais entièrement dans les variétés euritiques.

Magma cristallisé. L'étude microscopique du magma cristallisé présente un grand intérêt et révèle des faits nouveaux qui ne permettent pas de conserver entièrement les subdivisions basées sur l'examen des grands débris, seuls visibles à l'œil nu.

(*a*) *Micro-pegmatites.* Les variétés euritiques du type de Boën se réunissent intimement au type quartzifère d'Urphé et se présentent à nous comme constituant de véritables pegmatites microscopiques, dans lesquelles les anciens débris sont noyés dans un mélange parfaitement cristallisé de feldspath et de quartz; ce dernier minéral s'oriente dans les cristaux de feldspath récent et les crible de dessins graphiques en forme de hachures et de coins parallèles, simulant les caractères cunéiformes.

Lorsque le feldspath englobé est de l'orthose, l'extinction du débris central, sous les Nicols croisés, correspond souvent à celle de la couronne feldspathique récente, qui seule est semée de petits coins de quartz. Ceux-ci, généralement perpendiculaires aux faces du cristal central, ne s'éteignent pas en même temps que le feldspath récent qui les englobe; ils ressortent alors sur un fond obscur. En général tous les quartz d'un même feldspath récent s'éteignent simultanément (1).

(*b*) *Micro-granulites.* Les choses ne se passent pas aussi simplement dans les variétés euritiques du type de Rochefort et d'Aubusson. Le feldspath récent, avec quartz orienté, des micro-pegmatites, s'y présente nettement çà et là; mais il est juxtaposé à un magma cristallin, où un quartz encore plus récent, à sections grossièrement granulaires, paraît englober de petits débris irréguliers de feldspath et s'infiltre souvent aussi dans les fissures des anciens cristaux en débris; l'aspect général rappelle tout-à-fait, en petit et moins le mica blanc, les granulites.

Cieux, Crochat près Limoges (Haute-Vienne), Montoux à l'est de St-Germain-de-Confolens (Charente). Le porphyre de Crochat contient aussi de l'épidote, dans de petites druses visibles à la loupe; il se rapproche, par là, du porphyre noir de Quenast.

(1) Nous avons rapproché, dans une note précédente, les belles roches à grands cristaux de Rochesson, Saint-Amé, etc. (Vosges), des porphyres granitoïdes feldspathiques de Saint-Just-en-Chevalet, dont elles diffèrent peu à l'œil nu. Au microscope, ces variétés se montrent en effet riches en amphibole; mais le quartz récent y est aussi assez abondant, et ces roches, notamment celles de Saint-Amé, nous ont onné de magnifiques exemples de micro-pegmatites.

Lorsqu'on passe aux porphyres granitoïdes feldspathiques, le quartz récent devient assez rare; il conserve l'apparence granulitique et se concentre en général au voisinage des débris d'amphibole; le feldspath récent, mêlé à de nombreux débris de mica noir, est accompagné de parties peu cristallines qui constituent un commencement de pâte amorphe. Les produits de décomposition du fer oxydulé, très-rares dans les autres porphyres granitoïdes, où dominent les couleurs claires, deviennent alors abondants; néanmoins une partie de l'ancien feldspath, et notamment des grands cristaux d'orthose, est encore adulaire.

On voit que les porphyres granitoïdes feldspathiques, dont plusieurs variétés ne présentaient pas de quartz apparent à l'œil nu, se montrent en réalité très-pauvres en quartz récent et doivent être moins acides que les micro-pegmatites (1); ils nous offrent évidemment un passage graduel aux porphyres noirs, dont plusieurs variétés sont effectivement très-voisines au point de vue microscopique.

B. Porphyres noirs. Le nom des roches de la série intermédiaire dont l'éruption a succédé à celle des porphyres granitoïdes, est encore à fixer; nous avons proposé (2) celui de *porphyres noirs*, qui répond à un de leurs caractères extérieurs les plus constants; mais plusieurs d'entre eux ont été séparément décrits par les auteurs sous les noms de *Quarz-Diorit* (Quenast) (3), *Porphyre wackoïde* (Lugano) (4), *Grès métamorphiques anthracifères* (Loire) (5), *Porphyres bruns* (Vosges) (6), *Porphyres noirs* (Morvan) (7).

Un caractère commun à toute la série est de montrer la roche éruptive franche accompagnée d'auréoles multicolores, vertes et rouges, et de brèches souvent très-développées.

(a) Roche franche. Cristaux en débris. Les porphyres noirs se montrent au microscope riches en mica noir, en chlorite et en amphibole. Le mica noir n'est pas un élément constant; il manque dans quelques variétés très-compactes, telles que celles de Quenast, du filon mince de

(1) Une analyse faite au laboratoire de l'École des Mines a indiqué une richesse en silice de 62,30 °/₀ pour le porphyre granitoïde de Saint-Just.

(2) *Bull. Soc. géol.* ,3ᵉ sér., t. I, p. 461 (*Compte-rendu de la réunion de Roanne*, p. 24); 1873.

(3) Dumont; Behrens, *Neues Jahrbuch f. Mineral.*, 1871, p. 460; Zirkel, *Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*, p. 56 et 602; 1873; G. Dewalque, *Rapport sur un Mémoire de MM. Lavallée-Poussin et Renard*, *Bull. Ac. de Belgique*, t. XXXVIII, nº 12; déc. 1874. Ce mémoire *sur les Roches plutoniennes de la Belgique* doit paraître dans le recueil des *Mémoires couronnés*.

(4) Cordier et Ch. d'Orbigny, *Descript. des roches*, p. 80; 1868.

(5) Gruner, *Descr. géol. du dép. de la Loire*, p. 294; 1857.

(6) Elie de Beaumont, *Description de la Carte géologique de France*, p. 349.

(7) De Charmasse, *Bull. Soc. géol.*, 2ᵉ sér., t. II, p. 750; 1845.

la Bombarde; il est au contraire très-abondant dans les Vosges (Gérardmer), à Bromont (Puy-de-Dôme), dans les porphyres noirs en masse de la Bombarde, etc.

La chlorite et l'amphibole ne font jamais défaut : la chlorite, extraordinairement chargée de petits primes hexagonaux d'apatite, se présente souvent en palmes hexagonales, radiées assez régulièrement pour donner le phénomène de la croix, sous les Nicols croisés (1).

L'amphibole est généralement d'un vert pâle peu dichroïque, assez difficile à distinguer du pyroxène; elle présente aussi des variétés brunes et vertes plus foncées. Ses débris remplissent souvent les anciens cristaux de feldspath; elle paraît très-rarement, au contraire, englober quelques débris de feldspath triclinique. L'amphibole des porphyres noirs est fréquemment transformée en partie en serpentine (2); cette substance peu dichroïque, d'un vert clair uniforme, prend sous les Nicols croisés des reflets bleus ou d'un vert olive, écailleux; souvent aussi elle se présente, à la façon des substances colloïdes, en boules avec le phénomène de la croix noire. Les actions qui ont amené la transformation d'une partie de l'amphibole en serpentine, sont récentes; elles paraissent même en partie postérieures à la consolidation de la roche; en tout cas, la serpentine injecte les cassures des anciens débris de feldspath, et forme même de petits filons qui traversent la pâte; elle s'y trouve associée à un quartz récent.

Le quartz ancien est clairsemé, en gros grains arrondis. Les débris, souvent très-petits, de feldspath strié, sont très-abondants et émoussés sur les angles. L'orthose fait rarement défaut et se montre dans plusieurs localités en grands cristaux, également arrondis sur les angles (3) et encore adulaires au centre.

Pâte amorphe et magma cristallisé. Le quartz récent est encore assez abondant dans certains porphyres noirs (4) dont l'aspect granulitique rappelle beaucoup les porphyres granitoïdes feldspathiques; mais le plus souvent il est en trop faible quantité pour masquer le phénomène général qui caractérise ici la pâte. Cette pâte, en partie amorphe, est fluidale (5); les débris d'amphibole, les petits cristaux de feldspath qu'elle contient, s'orientent parallèlement entre

(1) Filon mince dans le calcaire carbonifère de la Bombarde (Loire).

(2) La Bombarde; porphyre noir de Maroggia au voisinage des filons minces de porphyre rouge (Lugano), etc. — Au sujet de la transformation de l'amphibole en serpentine, voir : Roth, *Abhandl. der Berliner Akad.*, 1870.

(3) Fridifont (Loire), Diez (Nassau), Gérardmer, Sapois-le-Bouchot (Vosges).

(4) Quenast.

(5) Pour la description des phénomènes de fluidalité, voir : Vogelsang, *Philosophie der Geologie*, p. 138; 1867.

eux, en contournant les grands débris englobés dans la roche (1). A la fluidalité par microlites, s'ajoute généralement la fluidalité de la masse amorphe elle-même, rendue plus saisissante par l'alignement d'une foule de petits points noirs ou bruns dont elle est semée (2).

Les petits cristaux de feldspath récent, qui paraissent souvent bien formés au milieu de la pâte amorphe et qui ont été entraînés dans son mouvement fluidal, ne sont pas striés et s'éteignent souvent sous les Nicols croisés, parallèlement à leur longueur : il est donc vraisemblable qu'on doit les rapporter en général à l'orthose, et d'ailleurs la richesse moyenne des porphyres noirs en silice rendait probable cette constatation.

(*b*) *Brèches et auréoles.* Elles présentent à peu près tous les phénomènes précédents, mais elles sont beaucoup plus riches en serpentine (3), et les débris de quartz ancien et de feldspath, brisés et anguleux, y abondent à un tel point que l'espace occupé par la pâte est fort réduit. Celle-ci, très-fluidale, a entraîné dans ses mouvements relatifs de longs débris d'amphibole et de mica noir, qui sont souvent contournés de la façon la plus saisissante. Il est difficile de ne pas attribuer une origine franchement éruptive à de pareilles roches, et leur étude microscopique paraît devoir trancher la discussion pendante au sujet de leur formation (4).

En résumé, les porphyres granitoïdes et les porphyres noirs nous ont présenté un type de pegmatites microscopiques, qui passe, par gradations insensibles, à des porphyres à magma granulitique, puis seulement feldspathique, avec mélange de pâte franchement amorphe et même fluidale. Le quartz récent, d'abord très-abondant, diminue à mesure que la proportion d'amphibole augmente.

L'horizon géologique des porphyres noirs paraît bien déterminé ; leur abondance et les caractères très-tranchés qui permettent de les reconnaître, en font un point de partage commode pour assigner des limites à l'âge des roches qui leur sont antérieures ou postérieures.

Remarquons aussi que les porphyres noirs sont, dans la série chronologique, les premières roches qui admettent dans leur composition une pâte franchement amorphe ; souvent même cette pâte s'approche assez de la texture vitreuse pour présenter le phénomène de la fluidalité en masse. Nous verrons d'ailleurs toujours la série intermédiaire

(1) La Bombarde, Gérardmer, Montmartin, etc., etc.

(2) Bords de la Sovaglia près Melano (Lugano), Vignolles, Montmartin, Bromont (Puy-de-Dôme), etc., etc.

(3) Auréole du porphyre de Quenast ; brèche de la Gayetière (Loire), etc.

(4) Voir notamment la brèche de Dortoray au sud de Régny, et celle des bords de la Loire près Saint-Maurice (Loire).

être, à ce point de vue, en avance sur la série acide; on sait que les roches de la série basique, depuis les diorites jusqu'aux basaltes, sont en général entièrement cristallisées (1).

Inclusions. Les matières vertes des porphyres granitoïdes et des porphyres noirs sont très-riches en petits prismes d'apatite ; la pâte de ces dernières roches contient aussi fréquemment des microlites transparents, allongés, arrondis aux deux bouts, qui se rapportent peut-être au même minéral.

Nous avons vu que les porphyres granitoïdes feldspathiques sont souvent pyriteux ; plusieurs porphyres noirs sont magnétiques et contiennent probablement du fer oxydulé en très-petits grains.

Le quartz des micro-pegmatites est riche en petites inclusions liquides avec bulles mobiles. Le quartz ancien des porphyres granitoïdes feldspathiques et des porphyres noirs contient d'assez grosses inclusions irrégulières, avec bulles généralement mobiles et petits cristaux rectangulaires, légèrement bleuâtres, nageant dans un liquide incolore (2). Le porphyre de Crochat, près Limoges, est particulièrement riche en inclusions de cette espèce, qui renferment vraisemblablement du chlorure de sodium.

L'orthose de ces deux dernières séries, souvent très-limpide, contient indubitablement quelques très-petits pores, à peine visibles au grossissement de 1400 fois, renfermant un liquide avec bulles très-mobiles (3), à côté de nombreuses vacuoles bleuâtres ou rosées, uniformément pleines ou vides.

IV. Porphyres houillers. Les roches éruptives qui succèdent aux porphyres noirs présentent une grande importance à cause des nombreuses variétés qu'elles constituent et de leur abondance relative : ce sont les porphyres intercalés entre le terrain houiller inférieur et le supérieur. Au point de vue de la continuité, il est essentiel de les comparer aux porphyres granitoïdes, dernier type que nous ayons étudié dans la série acide, et de faire abstraction des porphyres noirs.

On a signalé en maints endroits (4) les porphyres de cette série comme traversant ou recouvrant de leurs coulées les terrains houillers inférieurs ; ils se présentent aussi en filons minces dans les porphyres noirs (5). D'autre part on trouve leurs coulées recouvertes par les ter-

(1) Elles présentent exceptionnellement des traces de pâte vitreuse, à la façon des tachylites.

(2) Zirkel a signalé la présence de petits cristaux analogues dans le quartz du porphyre de Quenast.

(3) Voir notamment le porphyre granitoïde feldspathique de Montoux (Charente).

(4) Hainichen (Saxe), environs de Roanne (Loire).

(5) Chambodut près Saint-Just (Loire), Maroggia et Melano, Lucenay-l'Évêque, etc.

rains houillers supérieurs (1), et les poudingues de la base de cet étage géologique sont souvent composés de galets roulés des mêmes porphyres (2).

Leur âge est donc nettement déterminé ; mais leur série paraît présenter au moins deux sous-divisions importantes, qui sont, en commençant par la plus ancienne :

A. Un porphyre rouge à petits éléments ;

B. Un porphyre très-chloritique à grands cristaux.

On trouve en outre, en Saxe, des variétés bleues et brunes (C), dépourvues de quartz apparent et souvent amphiboliques (Wilsdruf, Potschappel).

La sous-division C ne nous est pas connue en France; elle appartient à la série intermédiaire, et nous verrons plus loin qu'elle constitue une suite naturelle des porphyres noirs.

A. Porphyres a petits éléments. Les caractères macroscopiques de ces porphyres nous les montrent d'un rouge assez variable, souvent clair, atteignant rarement le brun foncé des porphyres permiens. Il semble à l'œil nu qu'ils aient une pâte terreuse, compacte ou même cornée, suivant le grain de la roche; les cristaux de feldspath, de petite dimension, n'ont jamais l'apparence fendillée de la sanidine et ne tranchent pas vivement sur la coloration générale de la roche ; les grains de quartz, abondants, présentent une cassure vitreuse.

Cristaux en débris. Aux grands débris de feldspath et de quartz ancien, il convient d'ajouter, comme éléments plus anciens encore, la chlorite et parfois l'amphibole.

En général on trouve encore des débris adulaires de feldspath, mais le plus souvent il est sali par les produits d'oxydation du fer, et quelquefois devenu tellement opaque qu'il ne laisse plus percevoir qu'un lacis de petites fissures plus claires.

Magma cristallisé. Le microscope décèle dans toutes ces roches une grande abondance de quartz récent, qui, pressé contre les débris irréguliers d'un orthose, probablement aussi plus récent que celui des grands cristaux bréchiformes, donne à l'ensemble l'apparence que nous avons qualifié de granulitique. L'existence d'une pâte amorphe est encore ici exceptionnelle, et il convient d'insister sur les différences qui séparent cette série des séries granulitiques précédentes. C'est en premier lieu la petitesse relative des éléments et l'abondance des produits d'oxydation du fer, puis l'absence de mica magnésien, enfin la présence d'une matière stéatiteuse jouant dans le magma cristallisé un

(1) Hainichen, Potschappel (Saxe).

(2) Cortecloux près Autun, Montlifé, Sincey, Decize, etc.

rôle analogue à celui que le mica blanc joue dans les elvans, de telle sorte qu'au microscope la confusion est plus facile avec ces dernières roches qu'avec les porphyres granitoïdes.

Le talc se présente en petites paillettes transparentes, verdâtres, à peine dichroïques, très-palmées, remplissant tous les joints et servant de ciment aux autres éléments ; elles s'associent généralement au quartz récent et rappellent, par leur puissance d'infiltration et par leurs irisations, le mica blanc des elvans ; mais jamais elles n'atteignent les dimensions de ce dernier ; elles sont en outre beaucoup plus palmées que lui et ne se présentent pas en lames minces uniformes ; enfin le talc semble souvent remplir les cristaux de feldspath attaqués et se comporter comme un des produits de leur décomposition. Il est surtout abondant dans les porphyres de cette série à pâte très-serrée, très-fine, paraissant cornée à l'œil nu (1).

Le quartz récent se présente parfois en petits grains bipyramidés, à sections très-nettes, simplement poussés contre les débris de feldspath récent (2) ; mais plus souvent il constitue de véritables infiltrations en forme de réseau et de veinules, qui ne prennent l'apparence granulitique que sous les Nicols croisés ; on voit alors qu'il se compose de grains juxtaposés, d'orientations très-variables, simulant une brillante mosaïque (3). C'est aussi sous cette forme qu'il pénètre dans les clivages et dans les fissures des grands cristaux de feldspath ; certains d'entr'eux ne se composent plus que de petits parallélipipèdes nageant dans le quartz récent (4).

B. Porphyres chloritiques a grands cristaux. Les porphyres de cette série présentent des caractères macroscopiques assez constants, quand ils sont en filons assez minces (5). Ils montrent alors une pâte compacte, esquilleuse, d'un brun ou d'un vert foncé, quelquefois gris-bleuâtre, remplie de grandes lamelles de chlorite, de tâches verdâtres serpentineuses, et parsemée de grands cristaux de feldspath souvent encore adulaire, tranchant par leurs couleurs : rose clair, rouge vif ou blanc verdâtre, sur le ton général de la roche ; il y a en outre de gros grains bipyramidés de quartz, à pointements arrondis sur les angles.

Quand ces roches se présentent en masse, leur apparence change

(1) Porphyre à pâte cornée, rose clair, de Saint-Germain-Laval (Loire).

(2) Variété rouge clair d'Altenberg (Saxe) ; *Id.* de Saint-Germain-Laval

(3) Saint-Polgues, descente de Presle (Loire).

(4) Porphyre rouge foncé en filon dans le porphyre noir des bords de la Sovaglia près Melano (Lugano).

(5) Lormes, Toureau des Grands-Bois près Château-Chinon, Lucenay-l'Évêque (Morvan), bords de la Loire près Saint-Maurice (Loire), Cusset près Vichy, Sillé-le-Château ; porphyre en filons minces dans les micaschistes de Morcote (Lugano), etc.

entièrement : le grain devient plus fin, la pâte plus cristalline (1) ou plus cornée (2), et cependant les conditions de gisement géologique, abstraction faite des caractères que le microscope va nous révéler, ne permettaient guère de douter de l'identité de venue de ces diverses variétés (3).

Cristaux en débris. La richesse en chlorite, des roches que nous étudions, est confirmée par l'examen microscopique ; mais en outre il y décèle de l'amphibole, souvent en abondance (4). Ce minéral, vert ou brun (5), généralement coloré et fort dichroïque, se présente en débris dans le magma cristallisé, et aussi dans les grands cristaux de quartz et de feldspath. Il est souvent en partie transformé en serpentine, comme dans les porphyres noirs ; et lorsque cette transformation a lieu pour les débris d'amphibole contenus dans les grands cristaux de feldspath, elle est accompagnée de circonstances remarquables : les grands cristaux d'orthose contiennent encore çà et là des parties adulaires ; les infiltrations de quartz récent paraissent se concentrer de préférence autour de ces parties, et lorsqu'elles y rencontrent d'anciens débris d'amphibole, les contours des divers minéraux sont jalonnés par des bandes d'une substance transparente, verte, montrant aux forts grossissements de nombreuses hachures rectilignes, et se comportant sous les Nicols croisés comme une substance gommeuse, avec formation de croix noires. En outre, on voit aussi le quartz récent se fondre, par places, avec de grandes houppes finement rayonnées, mélange de quartz et de feldspath, qui produisent également le phénomène de la croix propre aux sphérolites cristallins (6). On voit qu'ici, comme dans les porphyres noirs, la serpentine se présente comme un produit de transformation secondaire de l'amphibole, produit de consolidation récente et en relation avec le quartz récent.

La pinite, en grands cristaux vert foncé, a été aussi signalée dans quelques porphyres de cette série (7) ; elle ressemble à celle des elvans

(1) Voir les variétés de Valgana (près Lugano) et de la Chaise (près la Colancelle, Morvan) qui sont entièrement cristallisées et granitiques, même à l'œil nu.

(2) Épanchements en masse au sommet de Morcote (Lugano), à la carrière de Port-Brûlé (près la Colancelle).

(3) Notamment pour les porphyres de Maroggia, de Morcote en filons minces et en masse, et de Valgana.

(4) Les roches décrites par les auteurs Allemands sous les noms de Granit-Porphyr, Syenit-Porphyr (Naumann), appartiennent à cette série. Voir notamment : J. Baranowski, *Ueber die mineral. u. chemische Zusammensetzung der Granit-Porphyre*, Leipzig, 1873 ; — Zirkel, *loc. cit.*, p. 230.

(5) Syenit-Porphyr d'Altenberg.

(6) Lucenay-l'Évêque ; variété verte du porphyre de Sillé.

(7) Porphyre pinitifère de Lormes (Morvan). Nous avons comparé, dans une note

et ne paraît pas jouer un rôle particulier dans la formation du magma cristallisé.

Magma cristallisé et pâte amorphe. Le fait le plus frappant et qu'il convient de faire ressortir le premier, est l'existence d'une partie de pâte amorphe dans la plupart des porphyres de ce groupe; ce sont les premières roches de la série acide qui nous présentent ce phénomène; encore n'est-il pas constant, ou plutôt les mêmes épanchements en masse, les mêmes filons, nous fourniront des passages entre des types encore franchement granitoïdes, où tout est cristallisé, et des types dans lesquels ne s'est pas achevée la séparation en éléments cristallisés du magma constituant la pâte. Nous pouvons citer plusieurs séries bien complètes qui confirment ce que nous avançons ici, et il est bien spécifié que les trois sous-divisions principales que nous allons adopter pour la commodité de la description, s'appliquent toutes les trois aux mêmes roches.

(*a*) *Magma entièrement cristallisé.* On y distingue, par ordre de consolidation, un feldspath récent, en lamelles allongées, plus ou moins disloquées, et un quartz récent, très-abondant, dans lequel elles s'orientent en grandes palmes et en chevelures contournant les anciens débris de feldspath. Certaines parties de la masse sont encore granulitiques (1) à la façon des porphyres de la série A, ou ressemblent aux micropegmatites et font supposer qu'une partie du quartz récent s'est consolidée en même temps qu'une partie du feldspath récent (2); mais à côté de ces apparences qui rappellent les roches antérieures, on constate en général une diminution dans la grosseur des éléments, et on trouve des endroits où les lamelles de feldspath récent et même de feldspath ancien ont été disloquées et entraînées radialement pendant la cristallisation du quartz. Ce dernier paraît doué d'une grande puissance d'infiltration; il injecte les plus fines cassures des grands cristaux de feldspath.

(*b*) *Magma cristallisé et pâte amorphe avec gros sphérolites.* Cette facilité de circulation et d'orientation du quartz récent nous est révélée d'une façon bien plus frappante dans beaucoup de ces roches : on y distingue, autour de chaque débris de quartz ancien, des houppes de

précédente (Michel-Lévy et Douvillé, *Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. II, p. 192; 1874), ce porphyre aux porphyres également pinitifères de l'Auvergne. Mais les caractères microscopiques le rapprochent nettement des porphyres houillers, tandis que les porphyres de l'Auvergne sont des elvans.

(1) Syenit-Porphyr d'Altenberg; porphyre rose entièrement cristallisé au sud du Mont Martica près Valgana; porphyres à grands cristaux de Saint-Maurice (Loire).

(2) Porphyre de la Chaise près la Colancelle, du Toureau des Grands-Bois près Château-Chinon, de Cusset, de Lucenay-l'Évêque, de Zehren (Saxe), etc.

matière feldspathique finement rayonnée, qui en reproduisent fidèlement les contours si le débris central est volumineux (1), ou qui, s'il est petit, se disposent en polygones réguliers. Quand on cherche sous les Nicols croisés l'orientation du débris de quartz central, et qu'en faisant coïncider son axe avec une des sections principales du polarisateur, on arrive à éteindre ce quartz, l'extinction de sa couronne se produit simultanément.

Du reste, avec de forts grossissements, on peut toujours saisir, entre les filaments des houppes feldspathiques, quelques fines traînées de quartz; il paraît évident que ce dernier, attiré par les anciens débris du même minéral, a cristallisé autour d'eux dans la même orientation, à la façon des sels solubles que l'on fait cristalliser dans les laboratoires autour d'un cristal similaire. Seulement ici, dans le quartz, se sont orientées radialement des lamelles feldspathiques et des houppes d'un magma semi-cristallin qui est probablement lui-même un mélange de feldspath et de silice.

Tantôt le phénomène ne s'est produit qu'autour des débris de quartz ancien, et le reste de la pâte, granulitique ou palmée, rappelle entièrement les porphyres (*a*); les forts grossissements décomposent souvent alors les houppes feldspathiques et les montrent analogues à une fine pâte de micro-pegmatite, dans laquelle toutes les hachures de quartz sont orientées comme le quartz central. Tantôt la portion de pâte amorphe augmente, et l'on y voit apparaître une foule de grands et de petits sphérolites (2), dont la section habituelle rappelle celle que pourrait donner un dihexaèdre de quartz à faces verticales peu développées; mais parfois aussi ils se présentent serrés les uns contre les autres, ou même à peu près circulaires. Leur extinction, par rotation de la plaque, se produit souvent tout entière à la fois; quelques-uns s'éteignent successivement par moitié ou par quartiers opposés. Il est rare d'y constater même un indice du phénomène de la croix, que nous offriront si souvent les porphyres plus récents.

(*c*) *Magma cristallin avec pâte amorphe plus abondante; petits sphérolites; phénomènes fluidaux.* Les mêmes roches peuvent se présenter avec une pâte beaucoup plus fine, entièrement globulaire (3), dans

(1) Porphyre compacte corné de Valgana; porphyres de Lormes, de Sillé, de Cusset, de Lucenay-l'Évêque, de Saint-Maurice (Loire), en filons minces dans les micaschistes de Morcote (Lugano), etc.

(2) Porphyre rouge clair, corné, en masse au-dessus de Morcote, en filons minces dans les porphyres noirs à Maroggia.

(3) Eurite rouge quartzifère en filon dans les porphyres granitoïdes de la Chambodut (Loire); porphyres de la Porte près Sainte-Pérouse (Nièvre), de la Muldene Hütte près Freiberg, de Frauenstein (Saxe); etc., etc.

laquelle chaque globule, étudié isolément, montre aux forts grossissements une structure rayonnée. Leur centre et leur périphérie sont souvent plus chargés d'hématite et plus foncés que le reste; le quartz récent et une matière stéatiteuse irisée les cimentent entr'eux. Le plus souvent, ils s'éteignent tout entiers à la fois; quelques-uns donnent des croix mal formées, sous les Nicols croisés.

Dans certaines variétés très-compactes, très-amorphes, aux caractères précédents s'ajoutent quelques indices nets de fluidalité en masse (1).

C. Porphyres bleus et bruns non quartzifères. Nous n'insisterons pas sur ces porphyres (2), que nous ne connaissons pas en France; ils ne contiennent ni quartz ancien, ni quartz récent; leur pâte est très-amorphe ou même en partie vitreuse; elle présente le phénomène de la fluidalité en masse et par microlites, au plus haut degré: les microlites, développés notamment dans la pâte du porphyre de Potschappel, offrent en général les caractères cristallographiques de l'orthose; ils contournent de grands débris de feldspath et de hornblende très-attaqués par les actions secondaires. On n'y remarque aucune trace de phénomène sphérolitique (3).

En résumé, le quartz récent est granulitique dans les porphyres les plus anciens de la série, et se comporte comme un quartz de pyroméride dans les plus récents, avec cette particularité, qu'il affecte une orientation cristallographique uniforme dans chaque globule, et que ses propriétés optiques ne sont pas masquées par celles du magma feldspathique auquel il est associé. L'existence d'une partie de pâte amorphe dans les roches de la série acide, amène aussitôt la manifestation concomitante de phénomènes globulaires et ensuite celle d'indices de fluidalité.

Le contraste est frappant avec les roches de la série intermédiaire, qui, tout en continuant à montrer, plus même que les porphyres noirs, une tendance non équivoque vers l'état vitreux, n'associent à cet état que des manifestations de fluidalité, sans trace de phénomènes globulaires.

Inclusions. M. Zirkel (4) avait déjà signalé dans les porphyres d'Altenberg auxquels il donne le nom de Granit-Porphyr, la présence

(1) Porphyre rouge des Brûlées à la Colancelle; eurite brune cornée de Port-Brûlé; porphyre gris de Joachimsthal (Bohême).

(2) Hornblend-Porphyr de Potschappel; Porphyrite de Wilsdruf.

(3) Le porphyre de Wilsdruf est antérieur au porphyre de Zehren; signalons ici l'analogie de structure des porphyres noirs et surtout des porphyres bleus, si nettement fluidaux par microlites, avec les trachytes récents.

(4) Zirkel, *loc. cit.*, p. 321.

d'abondantes inclusions vitreuses, non-seulement dans les quartz anciens où elles sont dihexaédriques, mais encore dans les parties adulaires des grands cristaux de feldspath (1); ces inclusions lui paraissaient en contradiction avec l'absence absolue de magma amorphe et l'ancienneté relative que comporte le nom même du groupe; cette contradiction disparaît si l'on tient compte des autres variétés à magma amorphe que comprend la série, et nous ajouterons que les inclusions vitreuses n'ont rien d'anormal dans des roches qui nous ont présenté le premier type de micro-pyromérides.

V. Porphyres permiens. Les roches acides qui succèdent chronologiquement aux précédentes sont les eurites quartzifères blanchâtres, postérieures au terrain houiller supérieur, ainsi que les porphyres bruns à pâte cornée, et violets à pâte rugueuse, qui sont en relation avec les terrains permiens.

A. Eurites quartzifères. Elles montrent à l'œil nu une pâte terreuse claire, contenant des grains hyalins de quartz, quelques lamelles feldspathiques et de très-petits prismes, noirs ou d'un vert tendre, de pinite. Nous ne considérons pas ces roches comme un type franc à séparer géologiquement des autres porphyres permiens; elles passent même par places (2) aux porphyres bruns à pâte cornée; mais elles présentent quelques particularités minéralogiques qui nous induisent à en faire une description spéciale.

Leur âge a été l'objet de nombreuses discussions; nous rappellerons sommairement que les travaux de Dufrénoy (3), de M. Gruner (4) et de M. Guillebot de Nerville (5) ont établi qu'elles étaient généralement postérieures au terrain houiller supérieur. Seulement elles constituent au contact de ce terrain des conglomérats de friction (6).

Cristaux en débris. Au microscope, ces roches contiennent des grains de quartz et des débris de feldspath très-cassés, souvent très-petits; les débris d'un même cristal restent parfois à portée les uns des autres. On peut reconnaître un peu d'oligoclase, mais en général le feldspath est très-attaqué et même vacuolaire.

Déjà à la loupe, on pouvait apercevoir, dans l'intérieur des prismes de pinite, une série de clivages. L'examen microscopique (7) montre

(1) Le porphyre rouge foncé de la Sovaglia près Melano est particulièrement remarquable par ses belles inclusions vitreuses.

(2) Notamment à Sincey et à Bourganeuf.

(3) *Explic. de la Carte géol. de France*, t. I, p. 671.

(4) *Étude des Bassins houillers de la Creuse.*

(5) *Ann. des Mines*, 5e série, t. I, p. 137.

(6) Michel-Lévy et Douvillé, *loc. cit.*, p. 194.

(7) Voir notamment le porphyre de Courcelles-Frémois, au nord du bassin houiller de Sincey.

qu'ils sont presqu'entièrement composés de grains irréguliers, juxtaposés, très-limpides, sans dichroïsme sensible, et se colorant de couleurs brillantes sous les Nicols croisés. Seule, une mince bordure, longeant les contours du prisme hexagonal, paraît transformée et comme concrétionnée. D'autres fois, la transformation de la cordiérite semble plus avancée ; le cœur des petits prismes est composé de segments cassés d'une substance incolore, comme rugueuse, contenant des inclusions avec bulles immobiles et quelques microlites allongés ; le tout est englobé par une substance verdâtre, à peine dichroïque et comme colloïde ; sous les Nicols croisés, elle donne les jeux de coloration habituels aux substances gommeuses desséchées. D'autres fois enfin, la décomposition est complète (1), et la roche contient des englobements irréguliers, grossièrement rectangulaires ou hexagonaux, cotoyés par des fissures remplies de matières ferrugineuses, et donnant de magnifiques croix noires sous les Nicols croisés.

La cordiérite (2) se présente aussi sous la forme de petits grains rugueux isolés, souvent englobés dans les anciens débris de feldspath (3).

Magma cristallin et pâte amorphe. Toutes les eurites présentent des indices souvent très-marqués de fluidalité en masse ; toutes aussi nous ont fourni des variétés sphérolitiques ; enfin le quartz récent bien isolé n'y fait jamais défaut, non plus qu'une pâte amorphe.

La fluidalité est souvent jalonnée (4) par de fines infiltrations des produits de décomposition de la cordiérite, produits dont la consolidation paraît ici récente et en relation avec le quartz récent, comme celle de la serpentine pour les roches plus anciennes.

La calcédoine se présente dans les eurites d'une façon analogue : elle les traverse en veinules très-ramifiées ; tantôt elle y forme de véritables petits filons, à peine cristallisés et presque obscurs sous les Nicols croisés, qui les sèment de petites guillochures grises et blanches (5) ; tantôt elle pénètre intimement toute la pâte (6), et ses concrétions, isolées par place, donnent de très-beaux sphérolites avec croix, où la

(1) Sainte-Magnance, au sud du terrain houiller de Sincey.

(2) Un examen chimique approfondi serait nécessaire pour confirmer notre appréciation sur la nature minéralogique de cette substance ; le manque absolu de dichroïsme peut être attribué au peu d'épaisseur des cristaux ; il est plus difficile d'expliquer sans pseudomorphose l'orientation irrégulière des grains limpides qui remplissent les prismes hexagonaux de Courcelles-Frémois.

(3) La Selle près Autun, et généralement toute la série.

(4) Sainte-Magnance, au nord du terrain houiller de Sincey.

(5) Sincey, au nord du terrain houiller ; Bourganeuf.

(6) Variété pétrosiliceuse, d'un brun foncé, de Sainte-Magnance, au nord du terrain houiller de Sincey.

double structure rayonnée et concentrique est nettement apparente.

Les plus nombreuses variétés des eurites que nous avons étudiées présentent une pâte entièrement globulaire; les sphérolites sont souvent bien formés, composés d'un noyau pointillé d'hématite, d'une partie médiane assez claire et d'une couronne radiée plus foncée, dont les rayons s'étendent quelquefois assez loin; le phénomène de la croix est fréquent; mais beaucoup de sphérolites s'éteignent tout entiers simultanément ou par moitié, et les anciens débris de quartz sont aussi entourés d'une mince bordure qui s'éteint avec eux, comme dans les porphyres houillers.

Aux forts grossissements, on perçoit souvent dans la pâte des eurites, lorsque les plaques étudiées sont très-minces, des zones alternatives de matière jaunâtre irisée, avec petits globules gommeux, des houppes finement pointillées et comme nuageuses d'un magma à peine cristallin, dont la matière constitue les globules de la pâte, quand ils sont bien formés, enfin des infiltrations de quartz encore plus récent, englobant de petits cristaux de cordiérite intacte, des débris de chlorite et même d'amphibole.

B. Porphyres bruns et violets. Bien que plusieurs d'entr'eux contiennent des débris de cordiérite (1) ou même de petits prismes de pinite (2), les produits de transformation de cette substance y salissent moins la pâte que dans les eurites, et la fluidalité de la masse, jalonnée par un semis de petits points bruns, devient très-visible (3); on peut même en général déterminer la direction de l'écoulement relatif, par l'accumulation de l'hématite sur certains côtés des grands débris englobés.

Par places, le quartz récent s'est isolé de la pâte (4) et y produit de minces veinules plus ou moins allongées, en forme de boutonnière, dans lesquelles il cristallise sous des orientations diverses et quelquefois confusément, à la façon de la calcédoine. On peut saisir d'une façon plus complète le phénomène de séparation, en éléments minéralogiques distincts, de la pâte en grande partie amorphe : on voit çà et

(1) Porphyre violet de Bréhemont (Vosges).

(2) Porphyre violet d'Oos (Baden), du Moulin-Cadoux et de Presle (Yonne). Ces deux derniers porphyres paraissent à l'œil nu voisins de certains porphyres de Lugano; mais au microscope, ils ne présentent pas des caractères aussi franchement vitreux que la série triasique; ce sont, ainsi que certains porphyres bruns des environs de Montreuillon (Nièvre), des roches de passage entre la série permienne et la série triasique.

(3) Voir le porphyre de Naundorf (Saxe) figuré par Vogelsang, *Philosophie der Geologie* (pl. IV, fig. 2). Il appartient à la série permienne.

(4) Porphyre de Tharandt, de Lochsteine près Altenberg (Saxe), de Ruffey à l'est du bassin de Sincey.

là les veinules de quartz récent bordées par un mélange intime et comme nuageux de feldspath et de quartz; sur les bords de la boutonnière, entre le quartz isolé et le magma semi-cristallin, se trouvent de petits cristaux allongés, souvent très-complets, d'une substance dans laquelle s'est concentrée l'hématite et qui présente les caractères cristallographiques de l'orthose.

1° Le centre des veinules de quartz récent, relativement très-pur et contenant seulement quelques inclusions liquides avec bulles mobiles, se comporte comme un quartz granulitique.

2° Le mélange intime des bords de la boutonnière participe des propriétés de certaines calcédoines et présente de nombreux sphérolites à structure radiée, offrant le phénomène complet de la croix bleuâtre aux Nicols croisés, remplacée par quatre points jaunâtres à 45° aux Nicols parallèles (1); le centre de ces sphérolites est quelquefois marqué par un petit débris de substance verte et plus clair que la couronne, et la lumière polarisée permet de constater que le phénomène globulaire s'est propagé dans la pâte bien au-delà des parties qui, à la lumière naturelle, paraissent seules influencées.

3° Enfin, sur les bords internes de la boutonnière, et en partie noyés dans le quartz récent bien pur, se présentent quelques gros sphérolites différents des précédents; leur centre est généralement formé d'un noyau opaque d'hématite brune, autour duquel se disposent en rayons des lamelles feldspathiques de dimension appréciable, assez écartées les unes des autres. Le quartz récent les entoure et pénètre jusqu'au cœur du sphérolite, qui s'éteint tout entier à la fois, ou du moins en quelques gros segments; le phénomène relatif aux rayons feldspathiques est masqué par celui du quartz; car lorsque l'un d'eux a des dimensions suffisantes, son extinction a lieu parallèlement à sa longueur.

L'étude détaillée de ces passages de la pâte amorphe et fluidale au quartz de récente consolidation, présente un grand intérêt, parce qu'elle explique la fréquence des roches entièrement globulaires dans la série qui nous occupe (2), et le rôle que les infiltrations de quartz récent paraissent y jouer au voisinage des sphérolites plus ou moins bien formés qu'il entoure généralement. Il est accompagné par une matière stéatiteuse, en paillettes irisées, qui devient quelquefois fort abondante (3) et pénètre dans les cristaux cariés de feldspath.

(1) Stelzner et Groth, *Petrograph. Bemerkungen über Gesteine des Altai*, p. 32; Leipzig, 1871; — Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie*, p. 51; 1873.

(2) Variétés brunes cornées du bassin de Sincey; variétés violettes du Moulin Cadoux et de Presle (Morvan), de Bréhemont (Vosges).

(3) Bréhemont.

VI. Porphyres triasiques. Nous comprenons dans cette série les porphyres bruns et d'un rouge amarante (1) immédiatement antérieurs au grès bigarré, les pyromérides (2) à globules de grosse dimension et les pechsteins entièrement vitreux qui se montrent constamment associés aux roches précédentes, enfin les porphyres violets (3) qui s'y rattachent et dont quelques variétés, essentiellement trachytiques et vitreuses, sont peut-être encore plus récentes (4).

A. Porphyres bruns et violets. *Cristaux en débris.* On y trouve quelques débris de mica noir, de chlorite et même d'amphibole ; mais seule la chlorite manque rarement.

Les cristaux de feldspath sont souvent très-attaqués et même vacuolaires ; il s'y joint une variété d'orthose entièrement vitreuse, dont l'éclat brillant et le fendillement rappellent entièrement la sanidine des roches récentes ; nous avons déjà signalé dans les roches de Lugano (5) la présence d'une sanidine à reflets fluorescents bleuâtres.

L'absence d'oligoclase bien caractérisé est un fait important qui paraît général à toute la série (6) triasique.

Le quartz ancien se montre en débris à angles vifs, ou même en cristaux bipyramidés à contours très-nets, dans lesquels la pâte vitreuse a pénétré en englobements irréguliers.

Magma cristallin et pâte vitreuse. Aux caractères précédemment étudiés dans les roches permiennes et qui sont ici tous portés à leur maximum d'intensité, il faut ajouter l'état vitreux apparent d'une partie de la pâte ; ce dernier se manifeste par la transparence et l'extinction totale dans toutes les directions, sous les Nicols croisés, de certaines traînées de la pâte généralement contournées comme la fluidalité en masse ; il se manifeste aussi par de nombreux étoilements et filaments capillaires (7).

Les trois principales séries que nous avons étudiées (Esterel, Lugano, Saxe) se sont présentées sous le microscope avec une similitude d'allures et même une identité presqu'absolues ; il est, à proprement parler, difficile de séparer l'étude des variétés fluidales et globulaires : à côté des traînées vitreuses, très-chargées de grains d'hématite et

(1) Porphyres de l'Esterel, de Lugano, du Tyrol, des environs de Wurzen (Saxe).

(2) Pyromérides des environs de Fréjus, de l'Odenwald ; pechsteins de Grantola (Lugano), de Fréjus, de la Saxe.

(3) Cugliate (près Lugano), Dossenheim (Baden), val d'Ajol (Vosges).

(4) Siebenlehn (Saxe). Michel-Lévy et Choulette, *Filons de la Saxe, Ann. des Mines*, t. XVIII, p. 215 ; 1870.

(5) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. II, p. 195 ; 1874.

(6) Emil Cohen, *Die zur Dyas gehœrigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. Jüngerer Porphyr*, p. 75 ; 1872.

(7) Trichites des auteurs Allemands.

même de fer oxydulé encore magnétique, que la fluidalité entraîne capricieusement autour des débris d'ancien quartz et de feldspath, il se trouve des bordures comme concrétionnées, présentant des apparences de houppes nuageuses, où les grains d'hématite sont beaucoup plus finement répartis ; parfois même, au voisinage des anciens cristaux de quartz, il s'est, pour ainsi dire, décanté de la pâte vitreuse voisine un quartz récent, qui vient coller et orienter ses infiltrations irrégulières contre l'ancien débris. Elles sont bordées par de très-petits cristaux d'orthose, qui ont concentré les impuretés de la masse et se montrent plus colorés que l'ensemble des parties voisines ; enfin un bourrelet, finement estompé, marque le passage entre la partie où la pâte s'est résolue en ses éléments cristallins, et celle où on la retrouve entièrement vitreuse.

C'est dans ce magma, en partie vitreux, en partie finement cristallisé, que se développent souvent des sphérolites avec croix. Le phénomène est plus net, surtout plus fréquent, que dans les porphyres permiens, où une grande partie des globules s'éteint encore en une seule fois. Souvent les houppes semi-cristallines se groupent autour des étoilements capillaires dont est semée la pâte vitreuse, sans les masquer entièrement. Vogelsang a même cru voir dans les trichites plus qu'un simple phénomène de retrait d'une masse fondue : il les considère comme une première manifestation de la force cristalline, pendant le refroidissement (1).

Les variétés entièrement sphérolitiques sont fréquentes dans la série triasique; tous les porphyres de cet âge que nous avons étudiés se présentent par places sous cette forme (2), qui constitue un passage naturel aux pyromérides à globules de grandes dimensions. Au microscope, les variétés finement sphérolitiques laissent encore voir çà et là, à la lumière simple, les phénomènes fluidaux et vitreux précédemment décrits; elles montrent aussi une grande abondance de quartz récent. Aux Nicols croisés, la pâte se remplit de petits sphérolites bien circulaires, pressés les uns contre les autres et généralement composés d'un centre quartzeux ou vacuolaire, avec bordure hématiteuse et ensuite couronne bien radiée. La plupart donnent le phénomène de la croix, et les interstices sont remplis de pâte amorphe, de quartz

(1) Vogelsang, *Mémoire sur les Cristallites, Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, t. VII, p. 412 ; 1872.

(2) M. Émil Cohen a signalé (*loc. cit.*) plusieurs variétés de porphyres de l'Odenwald dont le microscope lui a révélé la texture globulaire ; ces variétés sont voisines des pyromérides à gros globules signalées depuis longtemps dans cette localité.— Rappelons aussi les porphyres globulaires de l'Altaï étudiés par M. Stelzner (*loc. cit.*).

récent cristallisé, et enfin d'une substance guillochée (1), présentant, sous les Nicols croisés, de fines herborisations multicolores et de très-petites croix, sur laquelle nous insisterons plus loin.

B. Pyromérides et pechsteins. Nous avons déjà signalé la fréquence dans la série triasique des pyromérides à gros globules visibles sans le secours du microscope et atteignant quelquefois de grandes dimensions. Les études de M. Delesse (2) nous dispensent d'insister ici sur les particularités physiques et chimiques que présentent plusieurs de ces pyromérides; rappelons seulement quelques-unes de ses conclusions : tous les globules contiennent soit du feldspath, soit une pâte feldspathique ; parmi les causes exceptionnelles qui ont empêché la cristallisation normale du feldspath, il faut placer en première ligne l'excès de silice de la roche; enfin on doit aussi regarder comme une des causes de la formation des globules la répulsion exercée entre le feldspath et la pâte très-siliceuse qui l'accompagnait (3). Ces remarquables conclusions ne nous paraissent pas tenir un compte suffisant des relations qui existent entre l'âge des roches et leur texture; et pour ne prendre qu'un exemple, il y a des porphyres granitoïdes certainement aussi siliceux que les pyromérides, dans lesquels le quartz et le feldspath récents ont cristallisé simultanément; et nous avons vu précédemment que, loin d'être globulaires, ces roches anciennes se présentent sous le microscope avec l'apparence des pegmatites.

L'étude microscopique des pyromérides à gros globules va nous permettre de mieux déterminer la composition du magma cristallin ou de la pâte amorphe qui remplit leurs interstices : la pyroméride de Gargalong près Fréjus (4) contient de magnifiques sphérolites dans lesquels la double structure, radiale en houppes palmées chevauchant les unes sur les autres, et concentrique par zones d'accroissements successifs, est nettement visible : entre chaque zone d'accroissement on perçoit un mince filet de calcédoine, que les Nicols croisés nous montrent en partie amorphe et finement grenue. Entre deux globules complets et s'appuyant sur les bordures de calcédoine, on voit se développer les herborisations et les petites croix de la substance guillochée déjà signalée comme si abondante dans les micro-pyromérides ; ici nul

(1) Porphyre violet du Val-d'Ajol (Vosges).

(2) Delesse, *Mémoire sur les roches globuleuses*, *Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. IV, n° 5 ; 1852.

(3) *Loc. cit.*, p. 330.

(4) Cette pyroméride est en relation avec les éruptions de porphyre rouge, et il ne faut pas la confondre avec les mélaphyres (mandelsteins) qui présentent des variétés amygdaloïdes aux environs de Fréjus ; ces derniers, vus au microscope, ont une pâte entièrement cristallisée, remplie de pyroxène et de labrador.

doute n'est possible sur la nature minéralogique de cette substance, qui a tous les caractères de l'agate.

Mais, entre les agglomérations de sphérolites, paraît aussi une pâte verdâtre, en partie amorphe, dans laquelle le microscope décèle de nombreuses veinules de calcédoine et aussi des fissures fluidales et pseudo-circulaires, de la nature de celles que les auteurs Allemands ont comparés à la structure d'un ognon (1).

Ces fissures sont remplies d'une matière verte, qui se montre, aux forts grossissements, hérissée d'une fine chevelure; le centre de ces pseudo-globules est au contraire fortement rougi par une matière hématiteuse, et l'ensemble de la pâte rappelle entièrement l'apparence des pechsteins voisins de Fréjus (2).

Nous n'insisterons pas sur les caractères généraux des pechsteins; leur étude a été approfondie par les auteurs Allemands (3), et il reste peu à dire sur les indices fluidaux (4), vitreux (trichites), globulaires (5), qu'ils présentent. Notons ici seulement que les pechsteins de Fréjus nous offrent un magnifique exemple de la texture pseudo-globulaire souvent signalée dans les pechsteins d'Arran et dans les perlites de Hongrie.

Inclusions. Les inclusions des séries permienne et triasique ont un caractère franchement vitreux, notamment dans les anciens quartz, où ces inclusions sont généralement dihexaédriques, de grande dimension et criblées de fissures capillaires. Le quartz récent présente seulement de petites inclusions liquides à bulles mobiles, et à ce point de vue la différence entre les deux époques de consolidation du quartz est très-tranchée.

Résumé. — Nous arrêterons ici cette énumération des roches acides et intermédiaires anciennes; nous nous trouvons du reste en présence d'une lacune qui comprend toute la période jurassique et crétacée; il est à remarquer que cette lacune correspond dans la série des filons concrétionnés à un remplissage d'apparence uniforme : celui des filons de barytine, de fluorine, de fer oligiste et de quartz corné, dont le type commence avec les arkoses liasiques.

Mais, avant de terminer, nous signalerons l'importance qu'il paraît y avoir à distinguer dans les roches éruptives les éléments qu'elles

(1) Rosenbusch, *loc. cit.*, p. 125 et 129, pl. I, fig. 6.

(2) La pyroméride de Wuenheim (Baden) nous a présenté les mêmes particularités que celle de Gargalong.

(3) Zirkel, *loc. cit.*, p. 369.

(4) Vogelsang, *Philosophie der Geologie*, p. 146, pl. III.

(5) Rosenbusch, *loc. cit.*, p. 131.

apportent sous forme de débris, du magma cristallisé ou de la pâte amorphe dont les modifications semblent dater de leur période de consolidation.

Dans les *granites* le magma ne se compose que d'orthose et de quartz plus récent, simplement juxtaposés. Tantôt tout le quartz de la roche est récent, tantôt une consolidation antérieure fait apparaître les premiers types de grains bipyramidés anciens.

Les *elvans* et les *granulites* présentent un magma entièrement cristallisé de feldspath, de quartz bipyramidé et de mica blanc.

Avec les *porphyres granitoïdes* le mica blanc disparaît du magma; le feldspath et le quartz ont en partie cristallisé imultanément et nous donnent les apparences si remarquables des micro-pegmatites et des micro-granulites.

Si nous faisons abstraction des porphyres de la série intermédiaire, nous passons aux *porphyres houillers* d'un type granulitique plus fin, dans lesquels nous ne trouvons pas encore de pâte amorphe, et où les grains bipyramidés de quartz récent, pressés irrégulièrement contre les lamelles feldspathiques, constituent une véritable mosaïque au microscope polarisant.

Mais la *fin de la série des porphyres houillers* nous présente des traces de pâte amorphe, et aussitôt apparaissent les premières pyromérides microscopiques ; le phénomène globulaire, dès sa première apparition, loin d'être une rareté minéralogique, caractérise chaque roche des séries qui commencent ici.

A mesure que la proportion de pâte amorphe augmente, les phénomènes se superposent pour ainsi dire : les *porphyres permiens* sont globulaires et fluidaux ; les *porphyres triasiques* sont globulaires, fluidaux et vitreux.

C'est dans la lutte entre les manifestations franches de l'état vitreux,et la tendance à la cristallisation des éléments fondus de la pâte, pendant son refroidissement, qu'il faut chercher la cause du phénomène globulaire; cette cause doit être intimement rattachée à la formation du quartz récent dans les roches; nous en avons donné maints exemples, et nous rappellerons ici que les roches de la série intermédiaire, dont la richesse moyenne en silice se rapproche de celle de l'orthose, *porphyres noirs* anthracifères, *porphyres bleus* houillers, *trachytes* et *phonolites* tertiaires, ne présentent généralement pas de phénomène globulaire ; cependant elles atteignent plus tôt l'état amorphe et même vitreux : les porphyres noirs nous donnent dès l'époque houillère inférieure les manifestations fluidales les plus caractérisées, mais il y a peu de quartz récent dans la pâte de ces roches, partant point de sphérolites.

D'autre part, il ne suffit pas qu'une roche éruptive soit très-acide, pour que le phénomène globulaire se manifeste ; il faut en outre que par son âge elle se rapproche de l'état vitreux, et que sa consolidation n'ait point été assez subite pour empêcher tout mouvement moléculaire subséquent : les roches franchement sphérolitiques sont fluidales en masse ; elles présentent rarement la fluidalité par microlites qui caractérise les roches de la série intermédiaire et même un certain nombre de liparites.

Notons maintenant les circonstances particulières qui ont accompagné le phénomène globulaire à chaque âge. Pendant la période des *porphyres houillers*, les sphérolites ont souvent pour centre un débris de quartz ancien ; ils s'éteignent avec lui sous les Nicols croisés et ne donnent pas le phénomène de la croix ; ici l'on saisit nettement et sans aucun doute l'influence du quartz récent, bien cristallisé suivant une seule orientation, et bien isolé jusque dans des globules où il est difficile d'en constater la présence aux plus forts grossissements.

Ce fait nous induit à supposer que dans les *porphyres permiens* et *triasiques* c'est encore le quartz qui joue le rôle le plus important dans le magma semi-cristallin des sphérolites ; seulement ici les phénomènes optiques sont différents et rappellent entièrement ceux que présente souvent la calcédoine isolée, si abondante dans les mêmes roches : nous devons avoir à faire à un « mélange mécanique intime de quartz cristallin et amorphe (1) ».

Si nous voulions pousser plus loin cette comparaison, il nous faudrait rappeler (2) ici les phénomènes présentés par la série récente des *liparites* (porphyres molaires de Beudant) et des *perlites*. Cette série est, dans toutes ses manifestations, très-analogue à celle des *porphyres triasiques ;* même au point de vue macroscopique, on peut très-naturellement rapprocher certaines variétés de porphyres molaires de Hongrie, des porphyres violets de Siebenlehn (Saxe), et les perlsteins des pechsteins. La série la plus jeune est encore plus fendillée ; surtout elle est souvent bulleuse ; mais les phénomènes fluidaux et globulaires des deux âges sont bien parallèles.

C'est dans les propriétés des houppes semi-cristallines que nous trouverons la différence la plus marquée : nombre de sphérolites des roches de Hlinick (Hongrie) ou de la perlite du Mont-Dore (3), extraordinairement nets dans la lumière ordinaire, s'éteignent sous les Nicols croisés comme la pâte vitreuse voisine, ou donnent un phénomène de

(1) Descloizeaux, *loc. cit.*, *Calcédoine*, p. 20.
(2) Zirkel, *loc. cit.*, p. 341 et 365.
(3) Route du Mont-Dore à Murat.

croix noire à peine perceptible; et encore semblerait-il qu'on ait affaire à une substance gommeuse plutôt qu'à des globules en partie cristallisés. Ceci rappelle la présence, dans toute la série des liparites, de l'opale, en concrétions isolées, et tendrait à faire supposer, pour continuer l'hypothèse appliquée aux porphyres anciens, qu'il se sépare ici, dans le magma semi-cristallin, de l'opale, c'est-à-dire du quartz hydraté.

Si nous jetons, en finissant, un coup d'œil sur l'ensemble des faits que nous avons cherché à coordonner entr'eux, il nous semble vraisemblable :

1° Que la série des roches acides est continue et que leur nature n'a pas brusquement changé d'une période à une autre;

2° Qu'il y a une relation intime entre la texture de ces roches et l'âge de leurs éruptions.

Cette relation, mise en évidence dans ses détails par l'examen microscopique, tend à confirmer le résultat général auquel la grande classification des roches en granites, porphyres, trachytes, nous avait préparés depuis longtemps : une masse d'observations permet d'affirmer que cette classification range les roches par ordre d'âge; et si l'on peut citer encore quelques exceptions apparentes, quelques granites récents, on ne saurait appuyer sur aucune observation confirmée l'existence de trachytes anciens.

Encore convient-il de remarquer que les roches granitiques récentes (Ile d'Elbe, etc.) méritent à bien des points de vue le nom de trachytes : l'état vitreux et fendillé de leurs éléments ne laisse guère de doute à ce sujet, et ne peut être assimilé à l'état adulaire des éléments des granites anciens. De plus, on trouve une explication naturelle de la grande cristallinité des roches acides qui ont commencé les séries tertiaires, en réfléchissant que leur éruption a succédé à une très-longue période de repos, pendant laquelle les écumes, au voisinage du noyau fondu du globe, ont dû subir un métamorphisme très-complet. Cette longue élaboration n'a pas suffi pour nous amener aux types granitiques anciens, depuis longtemps consolidés, et dont nous pouvons étudier encore certains pointements primordiaux bien authentiques (par exemple à Altenberg pour les elvans, à la carrière de l'Ozette près Limoges pour les granites porphyroïdes, etc.). En effet les roches granitiques récentes de l'île d'Elbe présentent au microscope un type granulitique très-fin, et le quartz récent n'y forme pas de plages étendues.

Ces considérations, jointes à l'étude des filons concrétionnés, nous amènent à penser que la nature chimique et la quantité des dissolvants et des minéralisateurs, agents du métamorphisme, ont dû varier (1) à

(1) Delanoüe, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVII, p. 635.

mesure que le refroidissement du globe s'accentuait. C'est probablement à cette variation, ainsi qu'à l'inégale rapidité des éruptions et à l'épuisement plus ou moins complet des écumes du noyau central, qu'il faut attribuer les changements de texture des roches acides avec leur âge. Les textures *granitique*, *granulitique*, *pegmatoïde*, semblent trois étapes successives vers la complète séparation, en éléments minéralogiques distincts, du magma formant la pâte des roches : dans le premier cas, le quartz et le feldspath récents sont entièrement séparés en grandes plages distinctes ; dans le second, le quartz, encore postérieur au feldspath, s'est isolé en grains qui semblent n'avoir pas eu le temps de se réunir les uns aux autres ; dans le troisième, quartz et feldspath se sont pris en masse simultanément.

Pour les roches granitiques anciennes (granites, granulites, pegmatites), la texture est visible à l'œil nu. Puis viennent les roches porphyriques qui reproduisent les mêmes phénomènes en petit (micro-granulites, micro-pegmatites) ; le grain des porphyres granitoïdes est beaucoup moins fin que celui des porphyres houillers.

La diminution même de grosseur des éléments nous prépare à leur séparation incomplète, c'est-à-dire à l'apparition des pâtes amorphes. Avec cette apparition coïncident de nouvelles textures : *sphérolitique*, *fluidale*, *vitreuse*. Notons enfin que la texture sphérolitique se présente d'abord comme une annexe naturelle de celle des micro-pegmatites à grains de plus en plus fins.

A mesure qu'on se rapproche des périodes géologiques les plus récentes, toutes les circonstances tendent à diminuer le temps pendant lequel les mouvements moléculaires ont pu se continuer dans la pâte des roches éruptives, pendant et après leur épanchement.

Nous résumons dans le tableau ci-contre les manifestations de ces mouvements moléculaires que le microscope permet d'étudier.

EXPLICATION DES PLANCHES IV ET V.

Pl. IV, fig. 1 (voir p. 200). GRANITE PORPHYROÏDE DE VIRE (CALVADOS).

Carrières pour bordures de trottoirs, etc. Grandes enclaves E. O. dans les terrains de transition inférieurs.

A l'œil nu, ce granite est gris, à grains assez fins ; il contient (*a*) du quartz à éclat gras, en petits granules grossièrement arrondis et légèrement enfumés ; (*b*) un feldspath blanc-bleuâtre, nacré, en lamelles enchevêtrées, quelques-unes striées, et en grumeaux non clivés ; (*c*) du mica brun très-brillant.

SÉRIES ÉRUPTIVES.	MAGMA ENTIÈREMENT CRISTALLISÉ. CRISTALLISATION PAR ACTIONS MÉTAMORPHIQUES.			LUTTE EN
	Éléments entièrement séparés, en plages distinctes.	Quartz récent bipyramidé. Micro-granulites.	Quartz récent orienté. Micro-pegmatites.	Quartz cris
acides. Granites	═══			
Elvans, Granulites et Pegmatites	.....	═══	———	
Porphyres granitoïdes anthracifères	.....	———	═══	
Porphyres houillers	.....	———	———	═══
Porphyres permiens	.....	.....	.....	———
Porphyres triasiques	.....	.....	.....	.....
Liparites	.....	.....	.....	.....
Laves liparitiques (1)	.....	.....	.....	.....
intermédiaires.	.....	.....	.....	.....
basiques	.....	.....	.....	.....

(1) Fouqué, *Laves de Santorin, Recueil des Sav. Étrangers,* t. XXII, n° 11.

Au microscope, les *cristaux en débris* se composent de mica brun très-dichroïque, d'orthose et d'oligoclase, encore en partie adulaires, de quartz ancien bipyramidé.

Le *magma cristallisé* comprend de l'orthose et du quartz récents en grandes plages irrégulières, avec quelques lamelles hexagonales de mica blanc.

La plaque est vue, les Nicols croisés, à un grossissement de 80 fois; on y remarque plusieurs sections hexagonales de quartz ancien bipyramidé, noyé dans une plage étendue d'orthose récent bleu, avec stries jaunes. Le mica blanc est très-irisé; quelques cristaux en débris présentent des corrosions et des infiltrations vermiculées, à aspect caractéristique.

Pl. IV, fig. 2 (voir p. 201). Elvan granitoïde (granite a mica blanc) de Vaury (Haute-Vienne).

Echantillon recueilli à mi-chemin entre le village de Vaury et la mine d'étain (maison du garde). Puissant dyke E. O., formant la chaîne de Blond.

A l'œil nu, cette roche est rosée, granitique; elle contient (*a*) de gros grains, grossièrement bipyramidés, de quartz à éclat gras, qui forment des arènes superficielles, et dont les faces corrodées sont tapissées de petites paillettes de mica blanc; (*b*) deux feldspaths : un rose saumon, en grands cristaux, à clivages faciles, dont les sections sont ébréchées sur les angles; un autre en petits débris verdâtres, très-clairs, et même parfois vitreux et limpides; ce dernier est généralement strié; (*c*) de larges lamelles de mica blanc, avec centre brun foncé ou verdâtre, et de nombreuses petites paillettes argentines dans tous les éléments de la roche.

Au microscope, on distingue des *cristaux en débris :* quartz ancien bipyramidé, englobé dans le feldspath, orthose, oligoclase.

Le *magma cristallisé* est surtout composé de quartz récent bipyramidé et de mica blanc.

La plaque est vue, les Nicols croisés, à un grossissement de 80 fois. Les débris allongés d'oligoclase se distinguent assez facilement de l'orthose, plus kaolinisé et souvent même entièrement opaque. Quelques petits grains de quartz ancien sont englobés dans le feldspath; le quartz récent, beaucoup plus abondant, est venu mouler, en gros grains grossièrement hexagonaux, les débris feldspathiques; le mica blanc remplit les interstices; il est criblé de petits grains de quartz et présente souvent sur la tranche des cannelures caractéristiques.

Pl. IV, fig. 3 (p. 205). Porphyre granitoïde de Boën (Loire).

Échantillon recueilli à la sortie de Boën sur la route de Saint-Thurin. Vaste enclave, postérieure au Carbonifère, antérieure à l'Anthracifère de la Loire.

A l'œil nu, la roche se présente sous une forme granitoïde euritique, composée de petites lamelles feldspathiques striées, les unes encore fraîches, d'un rose pâle, les autres jaunes, cireuses, kaolinisées. Elle contient quelques rares grains de quartz et de nombreuses paillettes d'une substance micacée, non élastique, d'un vert terne.

Au microscope, les *cristaux en débris* comprennent (*a*) une substance chloriteuse, d'un vert pâle, avec noyaux plus foncés, assez peu dichroïque, à reflets d'un bleu foncé sous les Nicols croisés; (*b*) des grains de quartz ancien bipyramidé; (*c*) de l'orthose et de l'oligoclase, ce dernier dominant.

Le *magma cristallisé* est composé d'orthose et de quartz récents, ayant cristallisé simultanément.

La plaque est vue, les Nicols croisés, à un grossissement de 80 fois; on a seulement laissé à la chlorite sa couleur naturelle. C'est un type de micro-pegmatite, et le quartz récent y est orienté sous forme de coins, de têtes de clou et de hachures parallèles.

Pl. IV, fig. 4 (voir p. 207). Porphyre noir de Montmartin (Puy-de-Dôme).

L'échantillon a été recueilli sur la route de Châteauneuf à Montmartin, un peu avant le sommet de la côte. Dômes et coulées, accompagnés de brèches et d'auréoles multicolores, sur le granite porphyroïde.

A l'œil nu, la roche est noire, tirant quelquefois sur le violet; sa pâte est compacte, à cassure esquilleuse, légèrement magnétique. Elle contient (*a*) quelques grains arrondis de quartz à cassure vitreuse; (*b*) de petites lamelles feldspathiques, les unes allongées, nacrées et bien striées, les autres jaunâtres et comme cireuses; (*c*) enfin une substance verte mal définie.

Au microscope, les *cristaux en débris* sont constitués par de l'amphibole verte et brune, assez dichroïque, en longues baguettes cassées aux extrémités; l'orthose et un feldspath triclinique sont abondants; ce dernier est en plus petits débris et paraît dominer.

Le *magma cristallisé* est associé à une pâte amorphe, abondante, finement pointillée de fer oxydulé. Dans cette pâte se développent de

nombreux microlites, probablement feldspathiques, dont le plus grand nombre s'éteint sous les Nicols croisés, parallèlement à leur longueur. La texture fluidale par microlites est très-accentuée. On voit en outre une matière verdâtre, à peine dichroïque, s'éteignant sous les Nicols croisés et ne montrant plus alors que quelques reflets bruns, écailleux; cette substance chloriteuse, ou plutôt serpentineuse, est en infiltrations postérieures à la consolidation de la roche.

La plaque est vue, les Nicols croisés, au grossissement de 80 fois; on a seulement laissé sa couleur naturelle à la substance verdâtre. On remarquera une curieuse mâcle de 4 individus feldspathiques, qui se sont disposés en croix, et le passage insensible, sur l'une des faces, à la pâte avec microlites, d'un autre débris feldspathique, évidemment cassé et même corrodé. Il y a grande analogie entre ce phénomène et ceux que M. Fouqué a décrits pour les laves de Santorin (1).

Pl. IV, fig. 5 (voir p. 212). PORPHYRE QUARTZIFÈRE ROUGE DU PONT DE LA SOVAGLIA, ENTRE MELANO ET ROVIO (LUGANO).

Filons et dykes dans les porphyres noirs de la localité.

A l'œil nu, la roche est d'un rouge brun, compacte, à cassure esquilleuse; elle contient des éléments cristallisés de grandeur moyenne, assez espacés : quartz en grains hyalins à cassure vitreuse; orthose rouge corail à sections arrondies; oligoclase strié, de même couleur, en plus petites lamelles; substance mal définie, d'un vert d'herbe, en taches irrégulières.

Au microscope, parmi les *cristaux en débris,* la substance verte chloriteuse se montre chargée d'une matière de décomposition opaque; on en voit néanmoins quelques lamelles hexagonales bien nettes, avec petits prismes d'apatite. Le feldspath, souvent très-sali par de l'hématite, est cassé suivant ses clivages, et les cassures sont remplies de quartz récent. Tantôt les débris feldspathiques sont restés orientés et on saisit encore les limites de l'ancien cristal; tantôt ils ont été comme charriés en désordre et poussés les uns contre les autres.

Le *magma cristallisé* se compose de petits grains hexagonaux de quartz et de petites lamelles de feldspath; le quartz domine et présente à un haut degré l'aspect finement granulitique.

La plaque est vue, les Nicols croisés, à un grossissement de 80 fois. On y remarque un exemple de dislocation, par le quartz récent, des

(1) *Op. cit.*, p. 5.

clivages d'un débris d'orthose; le quartz simule une mosaïque jusque dans ses infiltrations. Cette roche ressemble beaucoup au *Granit-Porphyr* des Allemands, notamment à certaines variétés rouge clair des environs d'Altenberg.

Pl. V, fig. 6 (voir p. 214). PORPHYRE ROUGE QUARTZIFÈRE DE VALGANA, PRÈS LUGANO.

L'échantillon a été recueilli au sud du Mont Martica, à mi-chemin entre la vallée de Valgana et la mine de galène. Puissante enclave E. N. E., sous la dolomie triasique; la même roche se montre en filons minces dans les micaschistes de Morcote et dans les porphyres noirs de Maroggia.

A l'œil nu, elle présente une pâte grumeleuse, un peu cornée, d'un rose saumon. On y voit de gros cristaux de quartz à cassure vitreuse, et aussi de très-petits grains hyalins. Les débris feldspathiques sont très-attaqués, blancs ou jaunes; ils montrent encore quelques clivages brillants.

Au microscope, on aperçoit de nombreux *débris* de quartz, quelques-uns bipyramidés, présentant des englobements arrondis de pâte avec pédoncules. Le feldspath se montre vacuolaire et très-attaqué par les actions secondaires.

Le *magma cristallisé* et la pâte en partie amorphe constituent le véritable intérêt de la roche : autour de chaque débris de quartz se développent des palmures jaunâtres, entre-croisées, s'éteignant sous les Nicols avec le quartz central, et finement pénétrées par un quartz récent, orienté comme le précédent. La même matière palmée et comme estompée, forme dans la pâte de la roche des globules de grosseurs très-diverses, s'éteignant en général tout entiers à la fois, dans des orientations différentes.

La plaque est vue, les Nicols croisés, au grossissement de 80 fois. Dans l'angle supérieur de gauche, on voit un cristal de feldspath avec de nombreuses vacuoles obscures, dont le sommet est coiffé d'un sphérolite qui s'est moulé sur le feldspath, antérieurement à sa carie.

Pl. V, fig. 7 et 8 (voir p. 217). PORPHYRE QUARTZIFÈRE EURITIQUE DE SAINTE-MAGNANCE (YONNE).

L'échantillon a été recueilli au sud (toit) du bassin houiller de Sincey. Double dyke E. O., enserrant un lambeau houiller redressé et plongeant légèrement vers le sud.

A l'œil nu, la pâte est grumeleuse, d'un brun variable, quel-

quefois moucheté de vert ; sa cassure est cornée et la roche passe par places au pétrosilex. Elle contient de très-petits grains de quartz hyalin et de petits cristaux de feldspath à clivages vitreux très-éclatants. Il y a peu d'oligoclase, un peu de chlorite en lamelles vert bouteille, et beaucoup de pinite (?) en petits prismes mal formés, d'un vert tendre.

Au microscope, les *cristaux en débris* présentent quelques particularités curieuses : on distingue deux espèces de matières vertes : l'une assez foncée, en tranches allongées, salies par des matières opaques ; l'autre d'un vert jaunâtre très-pâle, sans dichroïsme sensible, donnant sous les Nicols croisés les jeux de coloration habituels aux substances gommeuses concrétionnées.

Le *magma cristallisé,* d'un jaune pâle, contient une forte proportion de pâte amorphe, franchement fluidale et divisée en zones plus ou moins claires. Il est rempli de petits sphérolites avec croix noires, et traversé par de petits filons de calcédoine quelquefois globulaire.

La plaque (fig. 7) est vue, à la lumière naturelle, à un grossissement de 80 fois ; elle montre à gauche un petit filon de calcédoine concrétionnée, et en bas quelques exemples de la substance gommeuse vert pâle. La fig. 8 donne, sous les Nicols croisés, à un grossissement de 250 fois, les détails d'une de ces pseudomorphoses de cordiérite et les sphérolites de la pâte qui en sont voisins.

On remarquera que ces sphérolites sont composés : (*a*) d'un noyau foncé plus clair au centre qu'à la périphérie ; (*b*) d'une partie médiane translucide, où se développent les croix noires ; (*c*) enfin, d'une couronne foncée nettement radiée, sans contour extérieur bien arrêté.

Les eurites de la Selle, près Autun, et de Bourganeuf donnent des plaques très-analogues aux précédentes.

Pl. V, fig. 9 (voir p. 217). Porphyre quartzifère euritique de Courcelles-Frémois (Côte-d'Or).

L'échantillon a été recueilli au nord (mur) du bassin houiller de Sincey.

A l'œil nu, cette roche est plus franchement cornée et plus brune que celle de Sainte-Magnance. Elle rappelle entièrement certaines variétés des porphyres de Tharandt, près Freiberg. Sa pâte contient de petits prismes hexagonaux, vert pistache, qu'on a attribués à de la pinite.

Au microscope, la plaque est vue, les Nicols croisés, à un grossissement de 250 fois. On a cherché à faire ressortir la façon dont se présentent les substances pseudomorphosant la cordiérite et contenant peut-être des grains encore intacts de ce minéral.

Pl. V, fig. 10 (voir p. 221). PORPHYRE QUARTZIFÈRE BRUN DE CUGLIATE, PRÈS LUGANO.

En enclave dans les roches granitiques de Marchirolo ; antérieur à la dolomie triasique du Mont La Nave.

A l'œil nu, cette roche présente une pâte brun foncé, compacte, légèrement rugueuse, avec parties pétrosiliceuses et bréchiformes. Le feldspath s'y montre sous deux formes : (*a*) vitreux, à reflets fluorescents bleuâtres, et fendillé comme la sanidine ; (*b*) jaunâtre et vacuolaire, avec des indices de clivages comme soyeux. Le quartz est en grains vitreux très-brillants.

Au microscope, parmi les *cristaux en débris,* on distingue les angles bien conservés des grains bipyramidés de quartz ; ce dernier contient de grosses inclusions vitreuses avec bulles immobiles. On n'aperçoit pas de feldspath strié, et la sanidine ne contient aucun microlite caractéristique.

L'intérêt dominant s'attache à la *pâte* presque vitreuse, dont la fluidalité en masse est jalonnée par un fin pointillé de fer oxydulé encore noir, ou par ses produits d'altération d'un brun foncé.

La plaque est vue à un grossissement de 80 fois, à la lumière naturelle. On y remarquera de nombreux étoilements capillaires, remplis d'une substance opaque, qui rappellent les trichites de certains pechsteins. Ces étoilements servent souvent de centres d'attraction à de véritables sphérolites.

Les porphyres bruns de Cugliate sont associés à des variétés violettes, également fluidales et sphérolitiques.

Pl. V, fig. 11 (voir p. 221). PORPHYRE QUARTZIFÈRE BRUN DE SAINT-RAPHAËL (VAR).

Échantillon recueilli sur la route de Saint-Raphaël à Boulouris, à 1 kilomètre de Saint-Raphaël. Dykes et coulées accompagnés de conglomérats passant au grès bigarré (1).

A l'œil nu, la roche présente une pâte d'un brun foncé, identique à celle de la roche précédente, avec nombreux grains de quartz très-vitreux, et petites lamelles brillantes de feldspath amarante; quelques variétés paraissent riches en matière chloriteuse.

Au microscope, les caractères sont les mêmes que pour la roche précédente; la plaque est vue, les Nicols croisés, à un grossissement de 80 fois. Elle montre le passage du quartz récent à la pâte très-amorphe et fluidale; les bords de la boutonnière sont tapissés de

(1) L'âge de ces conglomérats demande à être vérifié.

petits cristaux d'orthose récent, puis vient une zone remplie de petits sphérolites avec croix noires. Le quartz récent s'est accolé à un débris de quartz ancien et orienté cristallographiquement comme lui.

Pl. V, fig. 12 (voir p. 223). PYROMÉRIDE DE GARGALONG, PRÈS FRÉJUS (VAR).

Cette roche a été décrite par M. Delesse dans un mémoire précité (1). Elle se compose, **à l'œil nu,** de nombreux sphérolites d'un blanc rosé, où la texture rayonnante et concentrique est bien visible, et dont le diamètre dépasse quelquefois un centimètre ; ils sont reliés entr'eux par une pâte verdâtre très-rugueuse.

Au microscope, la plaque est vue à la lumière naturelle, à un grossissement de 30 fois ; les petits filets de calcédoine ont seuls été marqués d'une teinte de convention bleue, qui permet de les distinguer de l'agate herborisée et globulaire, naturellement jaune, et de la substance brune des grands sphérolites.

En réalité la calcédoine de cette roche est incolore à la lumière naturelle, et finement pointillée en gris bleuâtre sous les Nicols croisés.

On voit à gauche la pâte proprement dite de la roche, avec sa texture pseudo-globulaire, et on peut juger de l'analogie qu'elle présente avec celle des pechsteins voisins.

Pl. V, fig. 13 (voir p. 224). PECHSTEIN DU COL DE GRANE, PRÈS FRÉJUS.

A l'œil nu, il ressemble beaucoup à certains pechsteins des environs de Meissen.

Au microscope, les variétés noirâtres sont simplement vitreuses et fluidales, avec quelques cristaux en débris englobés çà et là.

La plaque représentée ici a été taillée dans un pechstein d'un brun rougeâtre, criblé de fines cassures planes, orientées comme les faces d'un parallélipipède et colorées en rouge vif.

La pâte, entièrement vitreuse, est remplie de trichites transparents ; elle présente à un haut degré la texture pseudo-globulaire, et les fentes curieusement enroulées et alignées qui produisent cette texture, sont colorées en vert et comme chevelues ; elles sont accompagnées de petits granules de même couleur, également tout hérissés.

La plaque est vue, à la lumière naturelle, à un grossissement de 30 fois ; on voit qu'une partie de la pâte est incolore, une autre teintée en rouge, probablement par de l'hématite. Aux Nicols croisés, tout s'éteint ; les quelques lueurs qui jalonnent les trichites et les diverses fissures,

(1) *Op. cit.*, pl. II, fig. 14.

sont dues à des phénomènes de réflexion, comme il est facile de s'en assurer, puisqu'elles persistent quand on place un écran devant le miroir du microscope.

M. **Delesse** ne pense pas que l'étude de la structure des roches éruptives permette, d'une manière générale, de déterminer leur âge ; car l'on voit souvent un filon de porphyre présenter de grands cristaux vers son centre, tandis qu'il est grenu ou même pétrosiliceux sur ses bords. Les globules s'observent d'ailleurs dans des roches très-diverses, puisqu'il y en a aussi dans les trachytes et dans les phonolithes.

D'un autre côté, la composition chimique élémentaire de deux roches éruptives peut être la même sans qu'elles aient pour cela le même âge ; c'est, en particulier, ce qui a lieu quelquefois pour le granite et le trachyte. Des serpentines d'âges très-différents peuvent également avoir la même composition.

M. **Michel-Lévy** fait observer qu'il ne s'est occupé dans son travail ni des roches basiques ni des roches récentes ; on a du reste souvent confondu certaines liparites, riches en silice, avec les trachytes ; et dans les roches basiques, généralement cristallisées tout entières, les éléments minéralogiques des globules ne peuvent prêter à confusion (Diorite orbiculaire de Corse, etc.). Il persiste à penser que deux roches acides de texture identique sont du même âge ; l'identité de composition chimique ne prouve rien, au contraire, sur l'âge des roches. Enfin, la grosseur et l'abondance des cristaux en débris, qui seuls sont généralement visibles à l'œil nu et auxquels M. Delesse a fait allusion, n'ont pas de relation avec la texture du magma qui englobe ces cristaux.

M. **Jannettaz** note que l'absence d'eau dans les trachytes n'exclut pas la présence de l'opale dans ces roches. Ce qui caractérise l'opale, c'est surtout sa structure gommeuse. M. Jannettaz rappelle qu'il a déjà signalé une variété d'opale se comportant comme une zéolithe, et qui, contenant trente pour cent d'eau dans la carrière, perdit cette eau en moins de vingt-quatre heures, pour la reprendre dans une atmosphère humide (*Bull.*, 2e sér., t. XVIII, p. 673).

Séance du 1er mars 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de Sir Charles Lyell, et M. Hébert celle de M. le docteur Le Hir.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

Sur la proposition du Conseil, la Société décide que la réunion

extraordinaire de cette année aura lieu à Genève et à Chamounix vers la fin du mois d'août; la date exacte de la session sera ultérieurement fixée.

La Société décide également que la séance extraordinaire du jeudi 1er avril aura lieu à trois heures.

M. **Daubrée** fait une communication sur la formation contemporaine de diverses espèces minérales cristallisées dans les sources thermales de Bourbonne-les-Bains.

M. Didelot fait la communication suivante :

Note sur un **Pycnodus** *nouveau du* **Néocomien moyen (Pycnodus heterodon),**

par M. Léon **Didelot.**

Pl. VI.

I. *Gisement.*

La couche dans laquelle nous avons trouvé la mâchoire de Poisson fossile qui fait l'objet de cette note, est intercalée dans les puissantes assises de calcaire jaune néocomien qui constituent toute la partie moyenne des montagnes des Bauges et de la Grande-Chartreuse.

Ces calcaires atteignent, dans les environs d'Aix-les-Bains et de Chambéry, une puissance considérable; ils forment la base de la masse imposante du Granier, se montrent à la partie moyenne de la chaîne de l'Épine et du Nivolet, et sont mis à nu dans tous les cols de la montagne de la Chambotte, au nord d'Aix-les-Bains. C'est dans cette dernière montagne, si bien étudiée par M. L. Pillet, qu'il est le plus facile de les suivre. Ils reposent immédiatement sur le calcaire roux valanginien à *Pygurus rostratus,* et sont caractérisés par l'*Ostrea Couloni,* le *Toxaster complanatus,* la *Janira atava,* le *Nautilus pseudo-elegans,* etc.

Au milieu de ces calcaires jaunes à *Ostrea Couloni* et à *Toxaster complanatus,* se trouve intercalée une couche assez mince, d'une couleur plus accentuée, et que nous désignerons sous le nom de *Couche à Ammonites.* C'est elle qui nous a fourni l'échantillon que nous allons décrire. — Son épaisseur varie de 50 centimètres à 3 et même 4 mètres. On ne peut jamais la suivre sur une grande étendue; presque partout elle a disparu; mais les lambeaux qui en subsistent sont si nettement caractérisés qu'il est impossible de les méconnaître. L'un d'eux avait été signalé dans la chaîne de l'Épine par l'abbé Vallet, au-

dessus du hameau de Barbiset, à une altitude d'environ 600 mètres. Un autre, étudié et décrit par M. L. Pillet, se montre dans la montagne de la Chambotte, au-dessus du village d'Entoger, et se prolonge vers le nord en se maintenant à une altitude moyenne de 500 mètres.

Cette *couche à Ammonites* est, suivant l'expression de M. Pillet, une mosaïque de fossiles : on peut, dans presque tout son développement, la comparer à un béton formé d'Ammonites agglomérées par un peu de calcaire. Rangées par ordre d'abondance décroissante, ces Ammonites sont les suivantes :

Ammonites Leopoldinus, d'Orb.,
— *radiatus,* Brug.,
Ammonites Astierianus, d'Orb.,
— *Castellanensis,* d'Orb.,

Il s'y joint, en immense quantité, le *Nautilus pseudo-elegans,* d'Orb., et la *Pleurotomaria Neocomensis,* d'Orb.

A mesure que la *couche à Ammonites* se prolonge vers le nord, sa faune devient plus variée, et diverses espèces de Trigonies et d'Astartes s'y mêlent en grand nombre aux Ammonites et aux Nautiles. L'*Ammonites Astierianus,* rare dans la partie sud, devient de plus en plus commun et atteint de plus fortes dimensions ; enfin l'on rencontre, de plus en plus abondants, les Échinodermes et les Lamellibranches.

Il y a là un gisement très-riche, appartenant au Néocomien moyen ; malheureusement, si les fossiles abondent, ils sont en revanche assez mal conservés : les Ammonites, dont le diamètre ordinaire varie entre 15 et 20 centimètres, ne présentent à leur surface aucun ornement délicat ; les tests épais des Trigonies sont remplacés par du carbonate de chaux spathique, qui, le plus souvent, tombe en fragments sous le moindre choc ; enfin, la roche encaissante, dont le grain est grossier et très-irrégulier, se brise en tous sens, ce qui rend difficile l'extraction des fossiles qu'elle contient.

Nous ne pouvons mieux faire, pour donner une idée de la richesse fossilifère de cette couche, que de reproduire ici les déterminations que M. L. Pillet a publiées dans sa remarquable *Description géologique des environs d'Aix (Savoie)* (1).

CÉPHALOPODES.

Belemnites dilatatus, Blainv.,
— *subfusiformis,* Raspail,
Nautilus pseudo-elegans, d'Orb.,
Ammonites Leopoldinus, d'Orb.,
— *radiatus,* Brug.,
— *Castellanensis,* d'Orb.,
— *Astierianus,* d'Orb.,
Ammonites clypeiformis, d'Orb.,
— *cryptoceras,* d'Orb.,
— *incertus,* d'Orb.,
— *subfimbriatus,* d'Orb.,
— *Grasianus,* d'Orb.,
— *Thetys,* d'Orb.

(1) 2e édition, p. 37 ; 1863.

GASTÉROPODES.

Pleurotomaria Neocomensis, d'Orb.,
Rostellaria Dupiniana, d'Orb.

LAMELLIBRANCHES.

Panopæa irregularis, d'Orb.,
— *obliqua*, d'Orb.,
— *Neocomensis*, Ag.,
— *unioides*, Ag.,
Pholadomya elongata, Münst.,
Venus Ricordeana, d'Orb.,
Corbula incerta, d'Orb.,
Cardium impressum, Desh.,
Astarte gigantea, Desh.,
— *oblonga*, d'Orb.,
Crassatella Robinaldina, d'Orb.,
Corbis corrugata, d'Orb.,
Trigonia caudata, Ag.,
Arca Moreana, d'Orb.,
Pinna sulcifera, Leym.,
Gervillea alæformis, d'Orb.,
Lithodomus oblongus, d'Orb.,
Ostrea Couloni, Defr.,
Janira atava, Rœm.,
— *Neocomensis*, Ag.

BRACHIOPODES.

Rhynchonella lata, d'Orb.,
Terebratula prælonga, Sow.

ÉCHINODERMES.

Cidaris granulostriata, Desor,
Diadema rotulare, Ag.,
Holaster bisulcatus, Alb. Gras,
— *L'Hardyi*, Ag.,
Holectypus macropygus, Desor,
Nucleolites Neocomensis, Ag.,
Nucleolites incisus, Ag.,
— *Roberti*, Alb. Gras,
— *Nicoleti*, Ag.,
Pygurus Montmolini, Ag.,
Pyrina cylindrica, Alb. Gras,
Toxaster complanatus, Ag.

POLYPIERS.

Cupulospongia nummularis, d'Orb.,
Amorphozoaires.

Cette liste est loin de représenter toute la richesse de cette couche; des travaux ultérieurs l'augmenteront sans doute d'un certain nombre d'espèces auxquelles le mauvais état de conservation des échantillons n'a pas encore permis de donner de détermination certaine.

Interrompue au-dessus d'Entoger, la *couche à Ammonites* reparaît plus au nord, en face du village de Savigny. Un sentier escarpé conduit de ce village à un col peu élevé, que nous désignerons sous le nom de *Col de Savigny*, et d'où l'on découvre le lac du Bourget et la chaîne du Mont-du-Chat. Après avoir contourné des blocs éboulés de calcaire blanc à *Caprotina ammonia*, le sentier traverse le Valanginien, qui présente en cet endroit une épaisseur d'environ cinquante mètres, et atteint le calcaire jaune de Neuchâtel; celui-ci constitue le reste du massif de la montagne jusqu'au col. La ligne de séparation du Valanginien et du calcaire jaune est très-nette : indépendamment du changement de faune, la roche, qui était d'une couleur grise, devient brusquement jaune. A 25 mètres environ au-dessus de cette ligne de démarcation, on voit reparaître, auprès de quelques châtaigniers et sous de maigres pâturages, la *couche à Ammonites*. C'est en l'étudiant

sur ce point, au mois d'août 1874, que nous avons extrait, à environ 30 centimètres de profondeur, la mâchoire de Poisson dont nous allons donner la description.

II. *Description.*

L'échantillon se compose de deux parties qui se complétent mutuellement : l'une contient les racines des dents, l'autre renferme les dents elles-mêmes. Il en résulte que ces deux parties montrent les surfaces basilaires de toutes les dents, et qu'en les superposant exactement, chaque couronne se place sur la racine qui lui correspond.

Cette simple cassure de chaque dent à sa base suffit pour différencier cette espèce des Cestraciontes, et la classer dans la famillle des Pycnodontes, créée par Agassiz dans l'ordre des Ganoïdes (1).

Le contour de la mâchoire affecte la forme parabolique : sa longueur est de 0m,142 ; sa plus grande largeur de 0m,69 à la partie postérieure. Elle renferme *cinq rangées* de dents. La rangée médiane ou *principale* est formée de grosses dents allongées dans le sens perpendiculaire à l'axe de la mâchoire ; de chaque côté sont disposées deux rangées de dents latérales ou *secondaires,* présentant, par rapport à la rangée principale ou à l'axe de la mâchoire, la symétrie la plus parfaite. Ces dents secondaires, plus petites que celles de la rangée principale, ont une forme qui rappelle celle d'un grain de maïs ; toutes présentent une couronne aplatie et recouverte d'un émail vert foncé.

A ces divers caractères il est facile de reconnaître une mâchoire de *Pycnodus* de grande dimension ; ce sont en effet ceux qui ont servi à Agassiz à définir le genre *Pycnodus.* De plus la symétrie des quatre rangées latérales, deux à deux, par rapport à l'axe de la mâchoire, est le signe caractéristique d'une *plaque vomérienne* (2).

Les incisives, insérées dans les intermaxillaires, et les petites dents irrégulières qui leur font suite au-devant de la mâchoire, manquent complétement dans notre échantillon, comme dans toutes les plaques

(1) Les Pycnodontes ont la racine de leurs dents creuse et adhérente aux mâchoires, tandis que chez les Cestraciontes les dents ont une racine compacte à l'intérieur, arrondie à l'extérieur, et sans liaison directe avec les mâchoires sur lesquelles elles sont fixées par les gencives ; aussi trouve-t-on toujours les dents isolées des Pycnodontes brisées par la racine, tandis que chez les Cestraciontes la racine est ordinairement intacte (Agassiz, *Rech. sur les Poiss. foss.*, t. II, p. 181).

(2) Agassiz, *Rech. sur les Poiss. foss.*, t. II, p. 181 ; Pictet, *Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix*, 1re partie, p. 55 ; Pictet et Jaccard, *Description des Reptiles et Poissons fossiles de l'étage virgulien du Jura Neuchâtelois*, p. 42.

vomériennes décrites jusqu'ici (1). Nous n'avons donc sous les yeux que le vomer lui-même, nous présentant les surfaces basilaires des 51 dents qui le composent : toutes ont conservé dans la fossilisation leurs distances relatives; cependant, sous la pression des couches encore flexibles, le vomer s'est infléchi de telle sorte que la surface de trituration est devenue légèrement concave, de convexe qu'elle devait être primitivement (2).

Notation. Afin de faciliter le langage, nous supposerons ce vomer placé sous nos yeux comme il est représenté dans la planche ci-jointe (Pl. VI), c'est-à-dire l'extrémité voisine du bout du museau étant la plus éloignée de nous. Puisque la surface de trituration est en dessous, nous aurons à notre droite la partie droite, et à notre gauche la partie gauche du vomer. Nous prendrons pour point de départ la première dent de la rangée principale, c'est-à-dire la plus voisine de l'extrémité du museau. Enfin nous distinguerons les rangées secondaires, tant à droite qu'à gauche, en rangée *secondaire externe* et rangée *secondaire interne*.

Cette notation adoptée, nous pouvons maintenant donner le nombre des dents qui constituent chaque rangée, d'une part dans notre échantillon, d'autre part dans le vomer restauré.

		Dents visibles sur l'échantillon.	Dents du vomer restauré.
Rangée principale....................		11	13
Rangée secondaire interne..	droite..	10	14
	gauche.	9	14
Rangée secondaire externe..	droite..	10	14
	gauche.	11	14
	Total......	51	69

Le vomer complet était donc composé d'au moins 69 dents; nous croyons pouvoir avancer qu'il ne devait guère en contenir davantage.

Si l'on observe, en effet, la rangée secondaire interne, on remarque que ses deux parties, à droite et à gauche, s'infléchissent en se rapprochant de la ligne médiane, comme pour converger dans le prolongement de la partie postérieure du vomer. Le même fait, quoique moins prononcé, se montre sur les deux branches de la rangée secondaire externe. En second lieu, le mode de terminaison brusque de la partie postérieure de la plaque vomérienne offre une certaine analogie avec la terminaison à deux pans des vomers dans lesquels cette partie est

(1) Voir dans les *Reptiles et Poiss. foss. virgul. Jura Neuch.* la pl. XVI, fig. 2 à 19.

(2) Thiollière, *Description des Poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey*, 1re livr.

certainement complète (1). Enfin, la longueur même de la plaque, qui correspond à deux fois et demie la largeur moyenne, constitue un troisième motif qui nous porte à croire cette plaque complète.

Nous ne voulons d'ailleurs pas exagérer l'importance que présenterait, pour la détermination de l'espèce, la connaissance exacte du nombre total des dents vomériennes : il est à supposer que dans la même espèce le nombre des dents pouvait varier quelque peu avec l'âge, comme chez certains *Chrysophrys* actuels, suivant la remarque faite par M. Sauvage. Cependant, on devra toujours considérer un sujet adulte comme représentant le type de l'espèce; or les dimensions mêmes de l'échantillon, qui ne sont guère atteintes que par le *Pycnodus gigas* du Portlandien, et l'usure extrême des rangées secondaires et de la moitié antérieure de la rangée principale, prouvent, avec toute évidence, que le sujet étudié avait dépassé l'âge de complet développement.

La *rangée médiane* ou *principale* complétée devait se composer de 13 dents; 11 seulement existent dans notre exemplaire. Elles affectent généralement la forme de fèves, dont le grand axe est perpendiculaire à l'axe vomérien et la partie concave tournée vers l'extrémité du museau. Leurs dimensions augmentent régulièrement depuis la première jusqu'à l'avant-dernière, qui est la plus grosse. La couronne est légèrement convexe : cette convexité, très-marquée dans les deux dernières dents, diminue de plus en plus à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité du museau, et finit par être remplacée par une surface un peu concave et entièrement lisse. Cette modification progressive provient à la fois de la forme originaire des dents et de l'usure plus considérable qu'ont subie les dents antérieures.

L'émail de la couronne s'infléchit en dessous, de telle sorte que la surface basilaire est sensiblement moindre que la surface de trituration, sans offrir cependant la différence considérable qu'elle présente dans le *Pycnodus Couloni*, et surtout dans le *P. gigas*. La ligne d'inflexion forme une carène peu prononcée ; il en est de même du contour de la surface basilaire, c'est-à-dire de la ligne où finit l'émail et où commence la racine.

La surface de trituration est vermiculée ou plutôt *granuleuse;* on n'y remarque ni orientation normale au contour de la couronne, comme sur les dents principales du *P. affinis,* Nicolet, ni orientation rayonnante, comme dans les dents secondaires de la même espèce

(1) Voir les magnifiques plaques vomériennes figurées dans le *Catalogue des Poissons des formations secondaires du Boulonnais*, par M. Em. Sauvage (*Mém. Soc. acad. Boulogne-sur-Mer*, t. II ; 1867).

(1). Vue avec un grossissement de 20 diamètres, cette granulation présente l'apparence des rugosités d'une peau d'orange ; elle ne dépasse jamais la ligne d'inflexion de l'émail, et ne s'est bien conservée que sur la première et la dernière des dents principales, ainsi que sur deux des quatre dents caractéristiques dont nous parlerons plus loin. Les dernières dents secondaires ont également gardé leur surface granuleuse, sans trace appréciable d'usure.

Nous avons dit que la rangée principale était composée de grosses dents allongées en forme de fèves, dont les dimensions croissaient d'une manière régulière : quatre dents fort remarquables, placées à la suite de la sixième et occupant exactement la place de deux dents normales, interrompent cette régularité. Elles sont presque sphériques, mais un peu déprimées du côté de la surface de trituration. Ce sont elles qui nous fourniront un des caractères les plus importants pour la définition de l'espèce. Malheureusement, à la suite de ces quatre dents sphéroïdales, que nous désignons par les numéros 7, 7 *bis*, 8 et 8 *bis*, l'échantillon présente une lacune que nous pouvons, par la pensée, combler, soit par une grosse dent allongée, soit par deux dents sphéroïdales identiques aux quatre précédentes. Il nous est impossible de nous prononcer d'une manière certaine entre ces deux hypothèses; cependant l'examen de la pièce complémentaire semble donner plus de poids à la première ; nous admettrons donc que ces quatre dents sphéroïdales étaient les seules de cette forme, et que le vide qui les suit était rempli par une grosse dent unique, analogue aux huit autres de la même rangée.

Structure des dents. Si l'on pratique, suivant le diamètre transversal de l'une des dents principales, une coupe mince, perpendiculaire à la surface de trituration, cette coupe présente, sous un grossissement de 50 diamètres, un aspect analogue à celui de la figure 1 de la planche J du 2e volume des *Recherches sur les Poissons fossiles.* La section que reproduit cette figure provient d'une dent de *P. gigas.* En comparant ces deux coupes, on observe la même structure générale : l'émail ne forme pas une zone distincte ; la substance de la dent est traversée par des tubes juxtaposés, extrêmement ténus et dirigés normalement à la surface ; ils deviennent plus étroits à mesure qu'ils se rapprochent de cette surface, et la matière qui les entoure acquiert plus de compacité. Une ligne de démarcation très-nette sépare la dent elle-même de sa racine. La portion de celle-ci figurée par Agassiz est sillonnée, dans toute sa masse, par de nombreux tubes beaucoup plus gros que les

(1) Pictet et Jaccard, *Reptiles et Poiss. foss. virgul. Jura Neuch.*, pl. XII, fig. A, et pl. XII *bis*, fig. 1*a* et 1*b*.

précédents et qui se ramifient en tous sens. Dans notre échantillon, ces tubes sont orientés d'une manière plus régulière; ils se ramifient rarement et sont dirigés normalement à la surface qui limite la racine.

Cette racine est creuse; sa hauteur égale à peu près celle de la couronne; sa forme extérieure est celle d'un tronc de cône, sur la plus grande base duquel repose la couronne. La cavité dentaire affecte aussi la forme d'un tronc de cône, mais placé dans une position inverse, de telle sorte que sa plus grande base coïncide avec la plus petite du précédent. Il en résulte que l'extrémité de la racine se termine par une arête tranchante. Toutes les dents ont été remplies, pendant la fossilisation, par une matière minérale qui a pris exactement l'empreinte de la cavité et présente l'aspect d'un pivot fixé par sa base dans les maxillaires et dont la tête supporterait la partie supérieure de la racine. Toutes les surfaces basilaires montrent à leur centre l'empreinte de la tête de ce pivot, dont les dimensions sont exactement celles de la cavité dentaire primitive. Si l'on retranche de la longueur d'une des surfaces basilaires la longueur de l'empreinte du pivot, on aura évidemment le double de l'épaisseur de la dent, et de même pour la largeur. Nous réunirons dans un tableau les dimensions des dents principales et celles du fond des cavités dentaires; ces dernières dimensions seront destinées à donner, par différence, les épaisseurs correspondantes au fond des cavités dentaires.

Dans l'échantillon que nous avons sous les yeux, ces pivots se détachent avec la plus grande facilité; leurs surfaces latérales sont souvent cannelées longitudinalement, et leur tête présente des rugosités auxquelles semblent aboutir des fibres parallèles à l'axe du pivot; mais ce n'est là qu'une pure apparence extérieure, et ces pivots, qui, au premier abord, semblent organisés, ne sont que le moule fidèle de la cavité dentaire. Une coupe mince, dirigée suivant l'axe vomérien et perpendiculairement à la surface de trituration, nous a montré les racines des trois premières dents principales remplies par un calcaire dans lequel un grossissement de 150 diamètres ne mettait en évidence que la structure cristalline, sans trace d'organisation.

Il ne reste plus maintenant, pour mettre en évidence les caractères de l'espèce, qu'à mesurer exactement les diverses dimensions des dents principales; ces mesures sont données par le tableau suivant :

Dimensions des dents principales.

N° d'ordre.	COURONNE.			SURFACE BASILAIRE.		CAVITÉ DENTAIRE (1).	
	Diamètre transversal.	Diamètre longitudinal.	Hauteur.	Diamètre transversal.	Diamètre longitudinal.	Diamètre transversal.	Diamètre longitudinal.
1	8 mm	6 mm	4 mm 5	7 mm 5	5 mm	2 mm 5	1 mm 5
2	12, 5	9	5, 5	11, 5	7	7, 5	2
3	16	11	6	14	9	9	3
4	18 ?	manque dans l'échantillon, mais a laissé son empreinte dans l'échantillon complémentaire.					
5	20	12	7	18	9	11, 5	3
6	23	15	9	21	10	13	5
7 (gauche)	13	12	8	12	11, 5	5, 5	5, 5
7 *bis* (droite)	14	12, 5	8	11, 5	10	5, 5	5
8 (gauche)	11	12	8	»	»	»	»
8 *bis* (droite)	13	12	8	11	9	5	5
9	manque totalement.			»	»	»	»
10	28	15	9	26	11	16	4
11	25	15	10	22	12	15	5

Rangées secondaires. La symétrie des quatre rangées secondaires, par rapport à l'axe de la mâchoire, est, avons-nous dit, complète. Les dents qui les composent dérivent toutes d'un même type, dont la forme primitive est sphéroïdale déprimée. Cette forme primitive se montre toutes les fois qu'aucune pression exercée par d'autres dents voisines n'est venue la modifier; ainsi la onzième dent de la rangée secondaire interne de droite, celle de même rang à gauche, et la douzième de la rangée secondaire externe de droite, n'ayant pu être déformées par le contact immédiat des dents voisines, ont conservé cette forme primitive. Presque toutes les autres ont subi des déformations essentiellement individuelles et auxquelles on ne peut dès lors attacher d'importance : en général elles ont pris la forme ellipsoïdale, et leur couronne s'est aplatie; leurs bases, le plus souvent elliptiques, soumises à l'influence de pressions réciproques, manifestent une tendance vers une forme polygonale, et plus spécialement vers la forme rhombe.

Cette déformation individuelle des dents secondaires, due à une cause unique mais dont les effets ne peuvent offrir aucun caractère de généralité, atténue sensiblement leur importance toutes les fois qu'elles ne

(1) Ces dimensions sont prises sur les surfaces basilaires; ce sont celles du fond de la cavité dentaire.

sont pas en nombre suffisant ou qu'elles n'ont pas conservé leurs distances relatives. On sait quelle ressemblance presque complète présentent ces dents secondaires chez les divers *Pycnodus* de même taille; il en résulte l'impossibilité de déterminer toute espèce dont on ne possède que quelques dents secondaires isolées, à moins qu'elles ne soient couvertes de granulations ou de stries caractéristiques.

Les dimensions des dents secondaires sont de beaucoup inférieures à celles des dents principales. Elles augmentent progressivement à partir de l'extrémité du museau jusqu'au fond de la mâchoire; les dents secondaires externes sont un peu plus petites que les secondaires internes. Toutes avaient primitivement leur couronne finement granuleuse, comme les dents principales, mais sur toute la moitié antérieure de la plaque vomérienne, cette granulation a disparu par suite de l'usure, et les couronnes des dents secondaires, comme celles des dents principales, sont devenues entièrement lisses. Dans quelques-unes des dents latérales, l'usure irrégulière de la couronne a diminué des deux tiers son épaisseur : ce fait est mis en évidence par une simple section verticale de la dent. Nous ne pouvons nous empêcher de remarquer à ce propos avec quelle voracité ces redoutables habitants des mers néocomiennes devaient accomplir le rôle de broyeurs qui leur était presque exclusivement dévolu.

III. *Rapports et différences.*

La présence de débris de *Pycnodus* dans les assises néocomiennes a été signalée pour la première fois par Agassiz, dans les termes suivants : « Le calcaire jaune néocomien des environs de Neuchâtel m'a aussi » fourni une série de dents du genre *Pycnodus;* mais elles sont telle- » ment semblables au *P. gigas* du Portlandien, qu'il m'est presque » impossible de les distinguer. Le seul caractère constant que j'aie » remarqué, c'est que la couronne est plus plate. J'ai désigné cette » espèce sous le nom de *P. Couloni* dans mes notes (1). »

Cette observation est reproduite par le géologue allemand Giebel (2), puis complétée par Pictet dans sa *Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix,* où sont décrites et figurées les espèces néocomiennes suivantes :

Pycnodus cylindricus, Pict., Néocomien inférieur (Valanginien);
— *Couloni,* Ag., Néocomien proprement dit (marnes d'Hauterive), et ailleurs Néocomien supérieur (Urgonien);

(1) *Rech. sur les Poiss. foss.;* t. II, p. 200.
(2) *Fauna der Vorwelt.* p. 168 ; 1848.

Pycnodus Münsteri, Ag., Néocomien supérieur (Urgonien) et Aptien.

Si à ces trois espèces nous ajoutons le *P. Hartlebeni* du *Hils-Conglomerat* d'Osterwald, décrit par Rœmer (1), et l'espèce douteuse, et non encore décrite, désignée par Agassiz sous le nom de *P. minor*, de l'argile de Speeton, nous aurons la liste à peu près complète des *Pycnodus* rencontrés jusqu'ici dans les assises néocomiennes.

Il suffit de se reporter aux textes qui définissent ces espèces et aux planches qui les représentent, pour se convaincre qu'à l'exception du *P. Couloni*, aucune d'elles n'offre la moindre analogie de caractères avec l'espèce que nous décrivons. La forme cylindrique des dents principales du *P. cylindricus* (2) et la forme grêle et très-allongée de celles du *P. Münsteri* (3) différencient immédiatement ces deux espèces. Quant au *P. Hartlebeni*, que Rœmer rapproche du *P. Mantelli*, Ag., il se distingue nettement par ses dents vomériennes principales allongées et légèrement évasées au bord postérieur, et par ses dents secondaires très-rapprochées, formant une sorte de pavé non interrompu.

Le *P. Couloni*, Ag. (4), présente au contraire d'assez grandes analogies de dimension et de forme. Malheureusement il n'est connu jusqu'ici que par quelques dents isolées et, peut-être, par un fragment de mâchoire inférieure provenant du Néocomien d'Auxerre. Ce fragment, figuré par M. P. Gervais dans ses *Zoologie et Paléontologie françaises*, n'est rapporté qu'avec doute par Pictet au *P. Couloni*. Nous ne pourrons donc faire intervenir ici les caractères, si importants cependant, de la dentition, et nous devrons nous borner à ceux que peuvent offrir les dents isolées. On sait que la grande ressemblance présentée, en général, par les dents secondaires des divers *Pycnodus*, empêche de déterminer ces dents avec certitude ; nous négligerons donc celles-ci pour ne nous occuper que des dents principales.

Une comparaison directe montre tout d'abord que, abstraction faite des quatre dents exceptionnelles que nous avons signalées, les autres dents principales sont proportionnellement plus larges et plus hautes

(1) *Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges*, p. 109 ; 1841.

(2) Pictet et Campiche, *Descr. foss. Sainte-Croix*, p. 59.

(3) Agassiz, *Rech. Poiss. foss.*, t. II, p. 197, pl. 72 *a*, fig. 26 à 39.

(4) Agassiz, *Rech. sur les Poiss. foss.*, t. II, p. 200, du calcaire jaune néocomien des environs de Neuchâtel ;

P. Couloni, Ag., Giebel, *Fauna der Vorwelt*, t. I, p. 168, 1848 ;

? *Pycnodus*, Gervais, *Zoologie et Paléontologie françaises*, pl. LXIX, fig. 22 ; 1852 ; du Néocomien d'Auxerre ;

P. Couloni, Ag., Pictet, *Traité de Paléontologie*, 2e éd., t. II, p. 199 ; 1854 ;

P. Couloni, Ag., Pictet, *Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix*, p. 57, pl. VII, fig. 5 à 17 ; 1858.

que dans le *P. Couloni*. Afin de rendre plus sensibles et de préciser ces différences, nous mesurerons avec exactitude les diverses dimensions des dents principales et nous comparerons les rapports de ces diverses dimensions à l'une d'elles, dans chaque échantillon. De plus, pour faire disparaître les causes d'erreur provenant des déformations accidentelles que peuvent avoir éprouvées quelques-unes des dents considérées, nous prendrons les moyennes des dimensions homologues d'une série de dents principales. Nous avons choisi, pour faire cette comparaison, les dents principales de *P. Couloni* figurées par Pictet, dans sa *Description des fossiles de Sainte-Croix,* sous les numéros 7, 8, 9, 10, 13 et 14 de la pl. VII. D'autre part, nous leur avons comparé dans notre échantillon les dents nos 2, 3, 5, 6, 10 et 11, omettant ainsi la première, à cause de ses dimensions anormales, et les quatre dents exceptionnelles, 7, 7 *bis,* 8 et 8 *bis.*

Les résultats de cette comparaison sont inscrits dans le tableau suivant :

RANGÉES PRINCIPALES.	Notre échantillon.	*P. Couloni.*
a. Rapport moyen du diamètre *longitudinal* au diamètre *transversal* de la *couronne*..................................	0,62	0,52
b. Rapport moyen du diamètre *longitudinal* au diamètre *transversal* de la *surface basilaire*...........................	0,51	0,45
c. Rapport moyen du diamètre transversal de la *base* au diamètre transversal de la *couronne*........................	0,90	0,78
d. Rapport moyen du diamètre longitudinal de la *base* au diamètre longitudinal de la *couronne*......................	0,75	0,72
e. Rapport moyen de la *hauteur* de la *couronne* au diamètre *transversal* de la *couronne*..............................	0,37	0,24

Il suffira de traduire ces rapports en langage ordinaire pour mettre en évidence les caractères distinctifs des deux espèces ; mais remarquons avant tout que ces rapports moyens s'écartent fort peu, dans chaque échantillon, des divers rapports isolés obtenus par l'étude d'une quelconque des dents principales. S'il en était autrement, ces rapports moyens ne représenteraient rien de réel, et leur comparaison pour différencier deux espèces serait un procédé entièrement illusoire.

Examinons successivement ces cinq rapports dans les espèces à comparer :

a. La différence des deux rapports (0,62 et 0,52) du diamètre longitudinal au diamètre transversal de la couronne indique que dans le

P. Couloni les dents principales sont très-sensiblement plus allongées; ce qui d'ailleurs s'aperçoit à simple vue sur les échantillons.

b. Les surfaces basilaires suivent la même loi : elles sont relativement plus allongées dans le *P. Couloni.*

c. La surface de la couronne dans le *P. Couloni* s'infléchit brusquement, de telle sorte que le diamètre transversal de la base n'est que les 0,78 de celui de la couronne. Dans notre échantillon, cette inflexion, beaucoup moins considérable, donne au premier de ces diamètres une valeur de 0,90. Ce fait constitue un des caractères les plus importants pour la différenciation.

En effet, si l'on a sous les yeux une dent principale de *P. Couloni* placée de telle sorte que sa surface de trituration repose sur un plan horizontal, on observe que le contour de la surface basilaire se projette sur le plan suivant une courbe partout équidistante de la courbe projection du contour de la dent sur le même plan. C'est ce qu'il est facile d'observer sur les figures 7_c et 8_c de la pl. VII de la *Description des fossiles de Sainte-Croix.* Ce fait résulte de ce que la surface de trituration s'infléchit de la même quantité tout autour de la couronne. Il n'en est pas de même dans l'espèce que nous étudions : si l'on place une dent principale dans la position indiquée précédemment, le contour de la surface basilaire se projette suivant une courbe qui, aux extrémités de son grand axe, devient presque tangente à la courbe projection du contour de la couronne. La surface de trituration s'infléchit à peu près à angle droit vers les extrémités de son grand axe, tandis qu'elle s'infléchit bien davantage vers les extrémités du petit. La surface basilaire est donc, dans cette espèce, à peu près aussi longue, mais bien moins large que le contour de la couronne. Ces caractères distinctifs sont mis en évidence et légèrement exagérés dans les figures ci-contre (p. 250) :

d. L'inflexion de la couronne dans le sens longitudinal est, au contraire, à peu près identique dans les deux espèces, car elle rend le diamètre longitudinal de la base égal aux 0,75 du diamètre longitudinal de la couronne dans l'une, et aux 0,72 dans l'autre.

e. La couronne est relativement plus élevée dans notre échantillon que dans le *P. Couloni,* malgré l'usure considérable qu'elle présente dans presque toutes les dents.

Il était intéressant d'appliquer cette méthode de mesures au fragment de mâchoire figuré par M. P. Gervais et que Pictet ne rapporte qu'avec doute au *P. Couloni.* La rangée principale de cet échantillon, dont les dimensions sont assez faibles, se compose de 9 dents disposées, non pas en ligne droite, mais suivant une ligne légèrement courbe, tournant vers la gauche sa concavité.

Coupes théoriques de dents principales.

P. Couloni. *Pycnodus heterodon.*

Fig. 1. Fig. 3. Fig. 5.

X Y M

X' Y'

Fig. 2. Fig. 4. Fig. 6.

Fig. 1, 3 et 5. Coupes théoriques de dents principales, suivant un diamètre transversal X' Y' (fig. 2, 4 et 6).

Fig. 2, 4 et 6. Coupes théoriques de dents principales, suivant le plan vomérien X Y (fig. 1, 3 et 5).

M. Maxillaire.

P. Couloni (fig. 1 et 2) :

b, b', racine;

c, section de la couronne;

c', projection du contour de la couronne sur le plan vomérien.

P. heterodon (fig. 3, 4, 5 et 6) :

Fig. 3 et 4. *Dent ordinaire principale :*

A, A'. Cavité dentaire remplie de calcaire simulant un pivot;

B, B'. Racine formée de fibres rayonnantes;

C. Couronne;

C'. Projection du contour de la dent sur le plan vomérien.

Fig. 5 et 6. Coupes de l'une des quatre dents sous-doubles principales :

a, a', Cavité dentaire remplie de calcaire simulant un pivot;

b, b'. Racine formée de fibres rayonnantes;

c. Couronne;

c'. Projection du contour de la dent sur le plan vomérien.

Le tableau précédent nous a donné pour rapport moyen du diamètre longitudinal au diamètre transversal de la couronne, dans le *P. Couloni,* le nombre 0,52, également trouvé par Pictet. En appliquant à l'échantillon de M. P. Gervais la même méthode de mesures, nous trouvons comme valeur de ce rapport le nombre 0,51, sensiblement égal au précédent.

Ce résultat est une confirmation complète des prévisions de Pictet et en démontre l'exactitude. Ajoutons que la dissymétrie des dents secondaires et la courbure de la rangée principale nous font rapporter cette pièce à la portion droite de la mâchoire inférieure d'un *P. Couloni* de petites dimensions.

Les caractères qui précèdent dérivent de la forme même des dents principales considérées isolément; ils suffisent pour distinguer notre espèce des autres espèces néocomiennes, et particulièrement du *P. Couloni* qui est la plus voisine. D'autres caractères immédiats, tirés de la dentition, vont se joindre aux précédents et définir plus nettement encore cette nouvelle espèce. Nous voulons parler des quatre dents exceptionnelles placées à la suite de la sixième dent principale et dont les dimensions ont été données, dans le premier tableau, sous les numéros 7, 7 *bis,* 8 et 8 *bis.* Nous avons dit qu'elles occupaient la place de deux dents allongées ordinaires, de telle sorte que la formule de la rangée médiane vomérienne est, en commençant par l'extrémité du museau :

1 . 1 . 1 . 1 . 1 . 1 . 2 . 2 . 1 . 1 . 1 .

Les racines et les diverses parties de ces quatre dents sont aussi indépendantes que le sont quatre autres dents principales quelconques. On ne peut donc les considérer comme provenant du dédoublement de deux dents allongées. D'ailleurs, si cette hypothèse était fondée, on aurait sans doute trouvé des exemples de dents allongées s'amincissant de plus en plus en leur milieu et tendant peu à peu vers un dédoublement complet. Or ce fait n'a jamais été signalé. Nous ne pouvons donc désigner cette sorte de dents par le nom de dents dédoublées, car ce serait préjuger une formation originelle commune et un dédoublement ultérieur que rien ne justifie. Nous les appellerons *dents sous-doubles,* en prenant ce mot dans son sens mathématique, essayant d'indiquer ainsi que chaque couple d'entre elles occupe la place d'une dent normale, et respectant leur indépendance.

D'ailleurs, plusieurs espèces bien connues présentent des exemples de *dents sous-doubles.* Signalons d'abord deux fragments de mâchoire inférieure décrits et figurés par Pictet dans les *Reptiles et Poissons de l'étage virgulien du Jura Neuchâtelois.*

Le premier, dessiné pl. XII, fig. 2, appartient au côté gauche de la

mâchoire inférieure du *Pycnodus affinis,* Nicolet. On y voit six dents de la rangée principale, parmi lesquelles la deuxième et la troisième sont des *dents sous-doubles;* ce qui donne à cette portion de rangée principale la formule :

. . . . 1 . 2 . 1 . 1 . 1 . . .

Pictet signale ainsi (p. 53) cette particularité : « Je dois faire remar-» quer qu'une des dents de la figure 2 de la planche XII se trouve » partagée en deux; ce n'est pas une rupture due à la fossilisation, » mais une petite anomalie. »

Il nous semble difficile de considérer comme une simple anomalie la présence d'une ou de plusieurs couples de dents *sous-doubles* remplaçant un nombre égal de dents normales. Les exemples qui vont suivre nous semblent convaincants. Et d'abord examinons le second fragment figuré à la pl. XIII (fig. 4 *a*) du même ouvrage. Il appartient au côté droit de la mâchoire inférieure du *P. Hugii,* Ag. On y voit 13 dents de la rangée principale, dont les 6 premières, la 9e et la 10e sont des dents *sous-doubles;* ce qui donne pour formule de cette rangée principale :

. . . 2 . 2 . 2 . 1 . 1 . 2 . 1 . 1 . 1 . . . .

Ces huit dents *sous-doubles* présentent la plus grande indépendance: les six antérieures sont notamment assez espacées deux à deux. D'autre part, la régularité des rangées latérales montre, avec toute évidence, que ces six premières dents font réellement partie de la rangée principale, et qu'on ne peut en séparer ni les trois de droite pour les joindre à la première rangée latérale de droite, ni les trois de gauche pour les joindre à la première rangée latérale de gauche. Si l'on persistait à admettre une de ces deux hypothèses, on reconnaîtrait aisément que l'axe des trois dents antérieures choisies comme représentant l'origine de la rangée principale ne serait plus situé dans le prolongement de l'axe du reste de cette rangée : l'axe de la rangée principale serait donc formé de deux tronçons isolés, non en ligne droite, ce qui constituerait une anomalie singulière. De plus, la rangée principale, composée d'abord de trois petites dents circulaires, à peu près égales, suivies brusquement d'autres dents trapezoïdales, de longueur presque triple, présenterait une exception à la loi générale d'augmentation progressive des dimensions des dents principales. Enfin, pour expliquer le dédoublement de la sixième dent, on serait encore obligé de faire intervenir un accident qui l'aurait modifiée à l'exclusion de toutes les autres.

Ces deux exemples suffiraient, selon nous, pour montrer que l'existence des dents *sous-doubles* ne doit pas être considérée comme une anomalie que peut présenter un individu isolé, mais bien comme un

caractère spécifique. Lorsque l'aplatissement plus ou moins grand de la couronne, ou bien sa longueur relative, ou encore les particularités de sa surface, suffisent, et à bon droit, pour distinguer deux espèces, pourrait-on regarder comme un caractère secondaire la présence d'une ou de plusieurs couples de dents *sous-doubles*, qui modifient à la fois le nombre et la disposition des dents? L'hésitation ne serait possible à cet égard que si l'on possédait deux exemplaires à peu près complets, appartenant manifestement, par tous les autres caractères spécifiques, à la même espèce, et ne différant que par l'existence, dans l'un d'un certain nombre de couples de dents *sous-doubles*, dans l'autre d'un nombre différent de couples, ou bien par leur absence totale.

Il existe d'ailleurs des espèces que caractérise une alternance régulière de dents normales et de dents *sous-doubles*, ce qui donne pour formule de leur rangée principale la suite :

. . . . 1 . 2 . 1 . 2 . 1 . 2 . 1 . . . .

Cette formule est celle de la rangée principale d'une plaque vomérienne figurée par Heckel dans ses *Beitræge zur Kenntniss der fossilen Fische Œsterreichs* (pl. I, fig. 7*a*), et qu'il rapporte à un *Microdon* (1). Elle est également celle du *Pycnodus Preussii*, Münst. (2). Cette dernière espèce se distingue de toute autre en ce que les dents *sous-doubles* sont elliptiques et ont leur grand axe parallèle à l'axe même de la mâchoire, tandis que le grand axe des dents ordinaires de la même rangée principale lui est au contraire perpendiculaire. Cette espèce forme ainsi un trait d'union entre le genre *Pycnodus* et le genre *Gyronchus*.

Ces exemples montrent avec évidence que ces dents *sous-doubles* ne sont pas des exceptions isolées ou des accidents, mais qu'elles constituent au contraire un des caractères les plus apparents et les plus utiles pour la détermination des espèces.

IV. *Caractères spécifiques.*

Nous avons examiné les caractères qui permettent de distinguer nettement notre espèce de l'espèce néocomienne la plus voisine, c'est-à-dire du *P. Couloni* : ce sont ces caractères qui, à proprement parler, définissent l'espèce ; nous les résumerons ainsi :

(1) Wagner a montré que les espèces de ce genre doivent toutes être réparties entre les *Pycnodus* et les *Gyrodus*, et que le nom de *Microdon* doit être abandonné. *Abh. Bayer. Akad.*, t. VII, p. 34 ; 1851.

Ce *Microdon* d'Heckel semble devoir être classé parmi les *Pycnodus*.

(2) Münster, *Beitræge zur Petrefactenkunde*, t. VII, pl. II, fig. 25 ; 1839.

1° Plaque vomérienne formée de cinq rangées de dents; les rangées secondaires rigoureusement symétriques deux à deux par rapport à l'axe de la mâchoire; longueur du vomer égalant deux fois et demi sa largeur moyenne;

2° Surface de trituration plus ou moins déprimée, primitivement convexe pour chaque dent, et finement granuleuse; la granulation s'arrête avant l'inflexion de l'émail; la surface de la couronne devient lisse et plane par l'usure;

3° Rangée vomérienne principale composée de grosses dents à couronne aplatie, et allongées en forme de fèves, tournant leur concavité vers l'extrémité du museau; *elle est interrompue, après la 6e dent, par quatre dents sphéroïdales, tenant la place de deux dents allongées ordinaires,* et dont la largeur est égale à celle des dents ordinaires principales. Celles-ci ont une largeur égale aux trois cinquièmes de leur longueur; la longueur de leur base est double de sa largeur et égale aux neuf dixièmes de la longueur de la couronne; la hauteur de la base est les trois quarts de celle de la couronne; la hauteur de la couronne est un peu moindre que les deux cinquièmes de sa longueur;

4° Rangées secondaires formées de dents beaucoup plus petites, subcirculaires, en même nombre (environ 14 pour chaque rangée) de chaque côté de l'axe vomérien; primitivement granuleuses à leur surface comme les dents principales.

De tous ces caractères, le plus remarquable est, sans contredit, l'interruption brusque de la rangée principale et l'apparition, après la sixième dent, de deux couples de dents *sous-doubles.*

Afin de rappeler cette composition hétérogène de la rangée vomérienne principale, nous proposons de donner à cette espèce le nom de *Pycnodus heterodon.*

Il est à regretter que le nombre de mâchoires complètes de *Pycnodus* soit tellement restreint que la dentition de la mâchoire supérieure n'apprenne que peu de chose sur celle de la mâchoire inférieure. Il est actuellement impossible de prévoir si à une certaine particularité de l'une doit correspondre ou non une particularité analogue de l'autre : nous ignorons donc si la mâchoire inférieure présentait ou non, dans cette espèce, des dents sous-doubles analogues à celles du vomer.

V.

La dentition des *Pycnodontes* n'est encore, par le manque d'échantillons complets, que très-imparfaitement connue. Cependant les re-

marquables travaux de Thiollière sur les Poissons fossiles du Bugey et les savants essais de restauration publiés par Pictet à la fin de sa *Description des fossiles de Sainte-Croix* permettent de formuler quelques idées générales, que nous allons essayer d'appliquer à l'espèce ci-dessus décrite. Et tout d'abord indiquons ce qu'il est possible de prévoir sur la dentition de la mâchoire inférieure.

Celle-ci devait se composer d'au moins six rangées de dents, mais plus probablement de huit, symétriques deux à deux par rapport à un axe coïncidant avec l'axe vomérien. La première rangée, de chaque côté de l'axe, était formée de petites dents s'appliquant sur la rangée médiane du vomer. La seconde, composée de grosses dents allongées, analogues à celles de la rangée médiane du vomer, constituait l'une des deux rangées principales de la mâchoire inférieure. La troisième, comprenant de petites dents secondaires, s'appliquait sur la rangée secondaire externe du vomer. La quatrième, comme la précédente, appuyait obliquement sur le contour extérieur de la rangée externe du vomer. Le total des dents de ces huit rangées devait certainement dépasser le nombre de 110. Enfin plusieurs grosses incisives tranchantes, disposées en avant des deux mâchoires, et suivies probablement de quelques petites dents irrégulièrement placées à droite et à gauche, venaient compléter ce formidable appareil broyeur. A ces 110 dents de la mâchoire inférieure, ajoutons les 69 dents de la plaque vomérienne supposée complète et le nombre minimum de 4 incisives ; nous obtenons ainsi, en négligeant les dents irrégulières qui les suivent d'ordinaire, un total de 183 dents, nombre qui est assurément au-dessous de la réalité.

Nous compléterons ce sujet en essayant de déterminer, au moins approximativement, les dimensions qu'atteignait le *P. heterodon*, dimensions qui n'ont guère été égalées que par le *P. gigas* du Portlandien. Nous aurons recours, pour la solution de cette question, aux rares échantillons présentant en même temps l'empreinte non déformée du corps d'un *Pycnodus*, et celle de la plaque vomérienne. Un certain nombre d'exemplaires de divers *Pycnodus* de Monte-Bolca, des collections du Muséum, et dont quelques-uns ont été figurés par Agassiz, satisfont à ces conditions ; mais ils appartiennent à une époque trop éloignée de l'époque néocomienne pour que nous puissions les prendre comme termes de comparaison. On sait en effet quelles profondes modifications de formes ont subies parfois les espèces animales dans leur passage à travers les diverses époques géologiques ; or les *Pycnodus* de Monte-Bolca ne sont plus que les derniers représentants d'un genre condamné à disparaître bientôt de la création. Nous leur avons préféré les *Pycnodus* coralliens du Bugey, décrits et dessinés par

Thiollière dans son admirable travail sur les Poissons fossiles de ce pays.

Si l'on examine les divers *Pycnodus* figurés dans cet ouvrage, on reconnaît qu'ils peuvent être répartis en deux groupes : le premier, le seul que semble avoir eu en vue Agassiz en créant le genre, est caractérisé par une forme trapue ; le profil de la tête est très-haut et presque vertical, la partie antérieure du corps tronquée ou renflée, la partie postérieure plus allongée. Le second groupe a une forme moins trapue et un profil de tête beaucoup moins élevé. Nous ne pouvons savoir *à priori* dans lequel de ces deux groupes doit se placer le *P. heterodon*, bien que la forme du vomer nous porte plutôt à le ranger dans le second. Nous prendrons donc comme termes de comparaison un représentant de chacun de ces groupes, et les nombres qui en résulteront pourront être regardés comme des limites comprenant les dimensions réelles de l'échantillon restauré.

La comparaison avec le *P. Wagneri*, Thioll., considéré comme représentant le premier groupe, assignerait au *P. heterodon* une longueur de $1^m,45$, et une hauteur maxima de $1^m,10$. La comparaison avec le *P. Sauvanausi,* Thioll., pris comme le représentant de la forme allongée, réduirait sa hauteur à $1^m,10$, en portant sa longueur à $2^m,18$.

Quelque différents que soient ces nombres, ils nous mettent en présence d'une de ces espèces que leurs formidables mâchoires et leurs grandes dimensions devaient rendre redoutables aux habitants des mers néocomiennes. Leurs fortes incisives, disposées en forme de ciseau à l'extrémité du museau, leur permettaient de saisir et de diviser les coquillages et les crustacés, qu'ils écrasaient ensuite entre les larges dents dont leurs mâchoires étaient entièrement revêtues. Rien ne devait d'ailleurs s'opposer à leur développement : les innombrables Nautiles, Ammonites et autres Céphalopodes de toute sorte dont les dépouilles accumulées ont formé la puissante *couche à Ammonites*, leur offraient une proie facile à atteindre et impuissante à leur résister. Ils ne partageaient à cette époque, qu'avec les Cestraciontes, ce rôle de broyeurs qui devait bientôt être réparti entre un plus grand nombre de types, et qui est maintenant dévolu aux Plectognathes, à certains Cyprins, aux Sparoïdes et à quelques autres familles.

Qu'il nous soit permis, en terminant cette note, d'adresser nos vifs remerciements à M. Sauvage, secrétaire de la Société géologique de France, et à M. Bioche, archiviste, qui ont bien voulu nous prêter dans cette étude le précieux concours de leur savoir et de leur expérience.

M. Hébert analyse le travail suivant de M. Barrois :

*L'*Aachénien *et la* limite *entre le* Jurassique *et le* Crétacé *dans l'*Aisne *et les* Ardennes,

par M. Charles **Barrois.**

A la base du terrain crétacé (*Cénomanien*) de la Belgique et de la partie septentrionale de la France, se trouve un dépôt tellurien, l'*Aachénien*.

Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Avesnes (1874), l'âge de cette formation a donné lieu à d'importantes discussions.

Trois opinions se trouvèrent en présence : pour M. Gosselet, l'*Aachénien* est du *Gault;* M. de Lapparent, reprenant la manière de voir de Dumont, croit qu'il correspond au *Wealdien;* enfin MM. Cornet et Briart le considèrent comme dû aux actions destructives des *phénomènes météoriques* sur les roches primaires, combinées avec celles de nombreuses sources thermales ; sa formation a commencé à la fin de la période *houillère* et s'est continuée, suivant toute probabilité, jusqu'à la fin du dépôt du *Gault*.

L'*Aachénien* est évidemment un dépôt tellurien; quelques sables et argiles purs peuvent être dus à des sources, mais la grande masse des sables avec lignites, galets de quartz et fragments de roches primaires, doit certainement sa formation aux influences atmosphériques.

Ces influences agissent de nos jours sur tout continent : elles ont donc dû se faire sentir sur les continents de cette époque dès leur émersion, c'est-à-dire depuis la fin de la période houillère dans l'Ardenne, depuis la fin de la période jurassique dans le Bray et le Boulonnais. La grande ressemblance minéralogique de l'Aachénien et des couches comprises dans le Bray entre le Jurassique et le Gault à *Ostrea aquila* et *Ammonites mammillaris* (couches *wealdiennes*), fait croire à M. de Lapparent que les phénomènes qui ont donné naissance à l'Aachénien de Belgique étaient dominants à l'époque du Wealdien. Peut-être en a-t-il été réellement ainsi, notamment pour les phénomènes éruptifs; mais quant à l'action des agents atmosphériques, tout porte à penser qu'elle n'a pas été nulle sur les montagnes de l'Ardenne pendant les périodes triasique et jurassique. Il faut toutefois avouer que l'on ne peut acquérir de certitude absolue sur le moment précis où l'Aachénien commenca à se former. On peut heureusement avoir des données plus positives sur l'époque de la fin de sa formation.

C'est dans le département de l'Aisne et dans le nord de celui des Ardennes qu'il faut les chercher. Cette région a déjà été étudiée à ce

point de vue par MM. d'Archiac et Dumont : ces deux illustres géologues ont reconnu à Aubenton l'existence d'un sable vert de même âge que celui de Machéroménil, reposant sur une argile pyriteuse, avec lignites, sous laquelle se trouve la Grande Oolithe. Dumont assimilait l'argile pyriteuse *(cendres)* aux argiles et sables jaunes de Wignehies (Nord), au *Torrent* d'Anzin, à l'Aachénien de Belgique. D'Archiac rangeait l'argile pyriteuse dans le Gault, de même que les sables verts superposés.

Les cendrières de la Folie-Not (près Aubenton) sont actuellement abandonnées; nous devons à l'obligeance de M. Gosselet la coupe suivante, prise par lui il y a quelques années :

1. Conglomérat, à ciment siliceux, avec grains verts et limonite	0m,40
2. Argile violacée ou verdâtre	0, 30
3. Grès avec lignites	0, 15
4. Marnes de diverses couleurs grisâtres	0, 80
5. Argile violacée plus ou moins calcaire	0, 60
6. Grès grisâtre	0, 05
7. Argile violacée	0, 40
8. Minerai de fer	0, 10
9. Argile violacée pyriteuse *(cendres)* visible sur	1, 00

La couche fossilifère (no 1 de la coupe) est un grès grossier, tendre et léger, formé par une pâte siliceuse blanchâtre, contenant abondamment de très-gros grains de glauconie et des grains de quartz, et parfois coloré par de la limonite. Il y a encore d'assez nombreux débris de ce grès dans les exploitations; nous y avons recueilli les espèces suivantes : *Ammonites mammillaris*, Schl., *Cerithium, Periploma simplex*, d'Orb., *Panopæa acutisulcata*, d'Orb., *Nucula Arduennensis,* d'Orb., *Arca carinata,* d'Orb., *Arcopagia Rauliniana,* d'Orb., *Pecten laminosus*, Mant., *Janira quadricostata*, d'Orb., *Inoceramus concentricus,* Park., *Ostrea Arduennensis*, d'Orb. On y trouve également du lignite et de nombreux morceaux de bois silicifié.

Cette faune appartient évidemment au Gault, comme M. d'Archiac l'avait reconnu; nous avons montré *(Ann. Soc. géol. du Nord,* t. II; 1875) qu'elle appartient à la zone inférieure de l'Albien, zone à *Ammonites mammillaris*, *Folkestone beds* des géologues Anglais.

Si des cendrières de la Folie-Not on descend vers la grande route d'Aubenton, on constate que les cendres ont environ 10 mètres d'épaisseur et reposent sur la Grande Oolithe. Nous n'avons pas trouvé de fossiles dans ces cendres.

Si on se dirige vers les fermes de *la Hayette,* on passe sur des couches plus récentes; on s'élève d'environ 15 mètres au-dessus du niveau des cendrières de la Folie-Not, sans cesser de voir des sables

ferrugineux, avec petits galets de quartz, à aspect aachénien. Ces sables sont quelquefois agglutinés en grès, et il y a de nombreux fragments de ces grès ferrugineux dans les champs, notamment près de la maison Lefebvre, où on les a, paraît-il, exploités. Au premier abord on pourrait être tenté de rapporter ces couches au *Diluvium*, qui se présente souvent dans cette région à l'état d'argile ferrugineuse, contenant parfois des bancs sableux et des galets de quartz. Mais aux fermes de la Hayette même, on peut se persuader qu'il n'en est pas ainsi, et que ces sables ferrugineux appartiennent toujours, comme le grès glauconieux de la Folie-Not, au Gault à *Ammonites mammillaris*, qu'ils constituent même la plus grande partie de cette zone.

Dans la tranchée du chemin qui se dirige des fermes de la Hayette vers Hannappe, nous avons pris la coupe suivante :

a. Couche remaniée *(Diluvium)*, épaisseur variable	0,10 à 1^{m}
b. Sable ferrugineux, avec concrétions ferrugino-calcaires à la partie supérieure	1,00
c. Grès dur, très-siliceux, grisâtre, avec gros grains de glauconie ; lignites, fossiles	0,30
d. Sable jaune, avec petits galets de quartz ; lits intercalés d'argile et de grès	0,50
e. Argile sableuse grisâtre, avec traces de lignites	0,20
f. Sables	

L'intercalation, au milieu des sables ferrugineux, de la couche de grès *c*, avec fossiles du Gault à *A. mammillaris*, montre que ces sables appartiennent bien à cette zone du Gault.

Nous avons recueilli dans la couche *c* : *Nucula Arduennensis*, d'Orb., *N. Albensis*, d'Orb., *Arca Cottaldina*, d'Orb., *Corbula striatula*, Sow., *Arcopagia Rauliniana*, d'Orb., *Ostrea Arduennensis*, d'Orb.

En descendant vers Hannappe, on suit ces sables pendant un certain temps ; à leur partie inférieure, c'est-à-dire à environ 20 mètres plus bas, on peut observer les couches de la Folie-Not :

a. Grès grossier verdâtre, à gros grains de glauconie.	
b. Argile grise sableuse, avec bancs glauconieux.	1,00
c. Grès vert très-ferrugineux	0.30
d. Argile grise pyriteuse	1,00
e. Psammites gris, avec empreintes végétales	0,30
f. Argile grise *(cendres)*	

La couche *a* est fossilifère ; nous y avons recueilli quelques coquilles : des *Inoceramus concentricus*, une huître en mauvais état, mais de si grande taille que nous croyons pouvoir l'assimiler sans erreur à l'*Ostrea aquila*, de petites huîtres fort abondantes dans tout le Gault de cette région, et qui nous paraissent être l'*Ostrea Arduennensis* de

d'Orbigny; elles sont cependant d'une détermination très-difficile : elles se présentent avec une grande variété de formes; quelques-unes portent sur leur petite valve les plis lamelleux de l'*O. Tombeckiana*. C'est cette espèce que M. d'Archiac (*Hist. des progrès de la Géol.*, t. IV, p. 260) appelle *Exogyra columba*, var. *minima*.

Près d'Hannappe, les cendres sont recouvertes par une argile ferrugineuse, probablement diluvienne; leur épaisseur est supérieure à 15 mètres. Nous avons eu l'heureuse fortune d'étudier à Hannappe les déblais d'un puits qu'on venait de creuser dans les cendres; ces argiles pyriteuses contenaient des parties calcareuses, qui nous ont fourni quelques fossiles déterminables. Nous y avons reconnu : *Ostrea dilatata*, Sow., variété de petite taille, *Astarte minima*, Phill., *Avicula echinata*, Sow., *A. ovalis?*, Phill. Ces fossiles sont très-certainement jurassiques; les *cendres* de cette région ne sont donc ni aachéniennes ni albiennes, mais bien *oxfordiennes*.

Elles reposent directement sur la Grande Oolithe; en les suivant vers l'est, on arrive facilement à fixer leur place dans la série jurassique; nous suivrons en même temps le Gault.

Rumigny est bâti sur la Grande Oolithe; de tous côtés aux environs, on peut constater la superposition des cendres à cet étage. M. Piette (*Bull. Soc. géol. France*, 2e sér., t. XIX, p. 946; 1862) y a signalé des fossiles qu'il n'a pu reconnaître spécifiquement; l'épaisseur de cette couche est de 15 à 20 mètres.

Au-dessus des *cendres* sont les sables ferrugineux de la zone à *Ammonites mammillaris*, avec bancs glauconieux et nodules de grès tuberculeux parfois fossilifères; leur épaisseur est de 20 mètres. Il y a des sablières ouvertes à ce niveau près de Rumigny.

Les sables sont surmontés par d'autres sables souvent verts, avec bancs de grès léger, tendre, poreux, à petits grains de glauconie, que l'on ne peut distinguer minéralogiquement de la *gaize* de l'Argonne. Nous avons montré (*Annales Soc. géol. du Nord*, t. II; 1875) que ces couches, dont l'épaisseur ne dépasse guère 15 mètres, appartiennent à la craie glauconieuse, zone à *Ammonites inflatus*. On peut les observer au haut des côtes les plus élevées des environs de Rumigny, à la Houssoye, au sud du château Carbonet, etc.

Voici la liste des fossiles que nous y avons recueillis; ils appartiennent tous, comme on va le voir, à la Gaize à *A. inflatus* (*Meule*) :

Osmeroïdes Lewesiensis, Ag. . . . . Les Routières;
Serpula antiquata, Sow. . . . . . . Foigny;
Ammonites Renauxianus, d'Orb. . . Rumigny, la Houssoye;
— *Mantelli*, Sow. . . . . . Bois des Haies;
Hamites virgulatus ?, Brongn . . . . Étreaupont;

Turritella alternans, Rœm.	Les Routières, Château Carbonet ;
Cerithium Vibrayeanum, d'Orb. . . .	La Houssoye ;
Ringinella Clementina, d'Orb. . . .	La Houssoye ;
Cinulia Rauliniana, d'Orb.	La Houssoye ;
Leda (Nucula) porrecta, Reuss. . . .	La Houssoye, Château Carbonet ;
— *obtusa*, Fitton.	Étreaupont ;
— *Renauxiana*, d'Orb. . .	La Houssoye ;
— *bivirgata*, Fitton. . . .	Rumigny ;
Venus Rhotomagensis, d'Orb.. . . .	La Houssoye ;
Lucina pisum, Sow.	La Houssoye ;
Arca carinata, d'Orb.	La Houssoye ;
Panopæa plicata, Sow.	Les Routières ;
— *Astieriana* ?, d'Orb.	Les Routières ;
Inoceramus sulcatus, Park.	Les Routières, Château Carbonet, Étreaupont, les Bassins ;
Pecten laminosus, Mant.	Étreaupont ;
— *Galliennei*, d'Orb.	La Houssoye ;
— *Dutemplei*, d'Orb.	Chaumont-Porcien ; .
Lima semiornata, d'Orb.	Étreaupont ;
Ostrea haliotidea, Sow..	Foigny ;
— *canaliculata*, d'Orb.	Château Carbonet ;
Epiaster crassissimus, d'Orb.	La Houssoye, les Bassins, Château Carbonet ;
Holaster	Rumigny ;
Frondicularia.	Étreaupont.

La zone de l'argile du Gault à *Ammonites interruptus* manque donc dans cette contrée; nous avons expliqué son absence (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. II; 1875) par un mouvement général d'exhaussement du bassin de Paris, qui se produisit pendant la formation du Gault supérieur (Albien de d'Orbigny). La Craie glauconieuse à *A. inflatus*, qui repose sur l'argile du Gault à *A. interruptus* dans l'Argonne et le Perthois, et sur les sables à *A. mammillaris* dans les Ardennes et l'Aisne, est donc en stratification discordante avec le Gault.

C'est l'ensemble des zones à *A. inflatus* et à *A. mammillaris* que l'on avait décrit jusqu'ici sous le nom de *Gaize de Rethel*.

La zone à *A. inflatus* se suit vers l'est, avec les mêmes caractères et les mêmes fossiles, jusqu'au-delà de Marlemont; il en est de même des sables ferrugineux à *A. mammillaris*, qui sont de plus très-bien développés entre Marlemont et le Faluel.

Au Faluel il y a eu d'importantes cendrières, mais leur exploitation est également abandonnée. Les hauteurs près du Faluel sont formées de sables ferrugineux; plus bas, dans les anciennes cendrières, on trouve encore de très-nombreux débris de grès glauconieux, contenant les mêmes fossiles qu'à la Folie-Not. Sous ce grès se trouvent les *cendres;* elles sont ici fossilifères : *Serpula sulcata*, Sow., *Astarte minima*, Phill., *Ostrea dilatata*, Sow., *Trigonia clavellata*, Park.

En se dirigeant du Faluel vers Signy-l'Abbaye, on peut constater la superposition de ces *cendres* à la Grande Oolithe, quoique celle-ci soit cachée en certains points par l'argile ferrugineuse diluvienne, très-développée en cette région.

Une cendrière près de la Cense-Godel nous a encore fourni des fossiles : *Pecten fibrosus,* Sow., *Ostrea dilatata,* Sow., *Rhynchonella Thurmanni*, Voltz. L'argile pyriteuse contient ici des plaquettes calcaires, dures, comme nous en avons trouvé quelques-unes dans le puits d'Hannappe.

Ces septarias calcaires renferment une foule de fossiles près de Signy-l'Abbaye ; les plus abondants sont : *Avicula echinata*, Sow., *A. costata*, Sow., *Pecten fibrosus,* Sow., *Ostrea dilatata,* Sow., *Astarte minima*, Phill., *Trigonia clavellata,* Park. La partie supérieure des argiles est ferrugineuse à Signy-l'Abbaye.

Ces argiles pyriteuses à septarias calcaires sont très-nettement oxfordiennes à Signy-l'Abbaye ; aussi a-t-on depuis longtemps reconnu leur âge véritable; elles sont colorées comme *Oxford-clay* sur la carte géologique de MM. Sauvage et Buvignier. Il est étonnant que l'on n'ait pas considéré de tout temps les cendres de l'Aisne comme la continuation des cendres oxfordiennes de Signy-l'Abbaye, puisqu'elles occupent identiquement la même place dans la série des couches. Elles ne présentent que de légères variations minéralogiques dans ces différentes régions : à Signy-l'Abbaye elles sont à l'état d'argiles pyriteuses avec septarias calcaires fossilifères; le calcaire diminue et les fossiles disparaissent vers l'ouest; au sud-est, au contraire, les fossiles sont mieux conservés et le calcaire plus abondant.

Dans cette partie sud-est, ce niveau a été appelé par M. Hébert *Marnes à Trigonia clavellata;* le savant professeur a montré leur superposition aux autres membres de l'Oxford-clay à Wagnon, où elles sónt directement recouvertes par le Coral-rag.

Les *cendres* exploitées dans le nord des départements des Ardennes et de l'Aisne appartiennent donc à la partie supérieure de l'Oxfordien ; il s'en suit que la ceinture oxfordienne du bassin de Paris s'étend plus au nord qu'on ne l'admettait jusqu'ici. Nous avons suivi les *cendres* jusqu'à Leuze; la Grande Oolithe se continue jusqu'à Effry : elle reste donc l'assise jurassique la plus étendue du bassin de Paris, et l'on doit toujours admettre, avec M. Hébert, que la période d'exhaussement du Jurassique a commencé après le dépôt de la Grande Oolithe. Les cendres aachéniennes situées au nord de la ceinture de Grande Oolithe ne se sont pas formées dans les eaux de la mer oxfordienne, comme les cendres de l'Aisne.

Le mouvement secondaire d'affaissement, signalé également par

M. Hébert pendant le dépôt de l'Oxford-clay supérieur, est aussi confirmé par cette observation, puisque l'argile oxfordienne supérieure s'étend beaucoup plus que les couches oxfordiennes inférieures.

Les sables ferrugineux à faciès aachénien et à fossiles du Gault à *A. mammillaris*, se retrouvent au-dessus des cendres tout le long du massif primaire de l'Ardenne, depuis Hirson jusqu'au Faluel. Nous avons décrit le gisement du Faluel, ainsi que quelques affleurements intermédiaires; le point le plus occidental où nous ayons rencontré des fossiles est situé aux Chaufours, près des Vallées. Ces fossiles sont : *Venus Vibrayeana*, d'Orb., *Janira quinquecostata*, Leym., *Pectunculus, Corbula, Astarte, Lima, Lucina, Arca, Ostrea Arduennensis*, d'Orb., *Trigonia aliformis*, Park., *Cerithium*, et deux espèces de polypiers indéterminables.

La faune de ces sables ferrugineux appartient indiscutablement au Gault et à la zone à *A. mammillaris*, ou *Folkestone beds* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. II; 1875); mais quels sont ses rapports avec l'Aachénien?

La zone à *A. mammillaris* n'est formée par des sables ferrugineux qu'au voisinage du massif primaire de l'Ardenne; dès qu'on s'éloigne de ce massif, ces sables disparaissent; ils n'existent même pas dans le massif de Rethel tout entier : au sud, vers Draize, ils sont remplacés par un grès tendre, glauconieux, blanc-grisâtre (*gaize*); plus au sud du bassin de Rethel, par des argiles très-glauconieuses, que l'on suit dans la plus grande partie du bassin de Paris.

La Gaize de Draize, qui repose sur l'Oxfordien, appartient certainement au niveau à *A. mammillaris;* nous y avons trouvé : *Ammonites mammillaris*, Schl., *A. interruptus*, Brug., *Modiola lineata?*, Fitton, *Venus Vibrayeana*, d'Orb., *Corbula elegans*, Sow., *Arca carinata*, d'Orb., *Pholadomya Ligeriensis*, d'Orb., *Inoceramus concentricus*, Park., *Ostrea, Rhynchonella Gibbsiana*, Sow.

De ce que les sables ferrugineux n'existent au niveau de l'*A mammillaris* qu'au voisinage du massif primaire de l'Ardenne, on doit en conclure nécessairement qu'ils en proviennent et qu'ils sont par conséquent aachéniens.

Reste à savoir s'ils sont d'origine aachénienne première, s'ils ont été charriés à la mer par des courants qui roulaient des galets primaires et formaient ainsi tout l'Aachénien de Belgique en même temps que le Gault de l'Aisne, ou s'ils ont été amenés par des courants qui formaient le Gault de l'Aisne aux dépens des couches aachéniennes belges précédemment déposées.

La première hypothèse est celle de M. Gosselet; elle est vraie pour l'Aisne et les régions littorales du massif primaire ardennais, où ce sable aachénien est entièrement du Gault.

La seconde hypothèse revient à celle de MM. Cornet et Briart; nous sommes d'autant plus portés à l'admettre, que les sables verts de la zone à *A. mammillaris* ayant une épaisseur moyenne maxima de 10 mètres dans le reste du bassin de Paris, les sables ferrugineux ont ici une épaisseur double.

Les quartzites et les autres roches primaires de l'Ardenne ne se désagrègent pas facilement; ce sont les roches les plus résistantes de la ceinture du bassin de Paris. Comme cependant les courants descendant de l'Ardenne apportaient à la mer du Gault beaucoup plus de débris que les autres fleuves qui se déversaient sans doute aussi à cette époque dans les autres parties du bassin de Paris, il semble plus naturel de croire que ces débris qui arrivaient à la mer dans l'Aisne, se trouvaient déjà à cette époque à l'état meuble (Aachénien) sur les plateaux primaires de l'Ardenne.

Une autre circonstance favorisait toutefois l'accumulation en cette région des sables qui venaient de l'Ardenne : cette région était un rivage, une côte ensablée; la mer n'enlevait pas tous les sédiments qui étaient apportés sur la plage; elle faisait seulement des incursions dans la contrée, formant ainsi des couches avec fossiles marins, où les céphalopodes sont très-rares, au milieu des sables ferrugineux.

Nos observations sur l'Aisne et sur le nord du département des Ardennes nous portent donc à admettre la théorie de MM. Cornet et Briart. Nous pensons aussi que l'Aachénien, dû en grande partie à l'action des agents atmosphériques, s'est formé pendant de longues périodes sur le plateau élevé de l'Ardenne; les eaux ne s'écoulaient pas à la surface de ce plateau, elles y séjournaient, et les dépôts d'argiles pyriteuses avec lignites nous semblent entièrement comparables aux dépôts tourbeux qui se forment encore de nos jours sur le plateau des *Hautes-Fanges*.

Les beaux travaux de M. Hébert sur le Jurassique du bassin de Paris ont appris que depuis la formation de ce bassin jusqu'à la fin de la période jurassique les eaux y sont constamment restées basses, mais qu'à l'époque crétacée commença un grand mouvement d'affaissement; ces études ont montré de plus que les massifs primaires qui entouraient ce bassin avaient pris part aux mouvements dont les assises jurassiques nous offrent les traces.

Aussi longtemps que les eaux de la mer sont restées basses dans le bassin de Paris, les eaux pluviales et thermales séjournent sur les hauts plateaux de l'Ardenne et y donnent naissance à des couches aachéniennes; quand le bassin de Paris s'affaisse, la pente du massif ardennais vers ce bassin se produit en même temps, et les eaux qui y formaient des marais s'écoulent dans la mer.

Cet écoulement des eaux de l'Ardenne entraînant les dépôts aachéniens dans le bassin de Paris, ne s'effectua qu'à l'époque du Gault et au temps de la plus grande extension de cette mer du Gault, c'est-à-dire entre le Gault inférieur (*Aptien*) et le Gault supérieur (*Albien*). Les couches de cet âge sont les seules parties du Crétacé inférieur qui soient représentées dans l'Aisne ; la mer n'avait pas encore pénétré dans cette région à l'origine du dépôt des argiles à Plicatules : l'Aptien signalé par M. Piette est de l'Aptien tout-à-fait supérieur, si même il n'appartient pas à la zone à *A. mammillaris.* Nous avons recueilli dans les argiles à *Ostrea aquila* découvertes par M. Piette : *O. aquila,* d'Orb., *O. Milletiana,* d'Orb., *O. Rauliniana,* d'Orb., *Ammonites interruptus,* Brug., fossiles qui se trouvent tous dans la zone à *A. mammillaris.*

Le secrétaire donne lecture de la note suivante :

Comparaison *des* **divisions** *adoptées par M.* **Hébert** *pour la* **Craie** *du* **Midi** *de la* **France** *avec celles adoptées par M.* **Coquand,**

par M. H. **Coquand.**

Sous le titre de *Documents relatifs au terrain crétacé du Midi de la France* (1), M. Hébert vient de publier un mémoire plein de faits intéressants et illustré de nombreuses coupes qui en rendent la lecture plus profitable. Un tableau comparatif de la Craie du bassin d'Uchaux, où les étages cénomanien et turonien de d'Orbigny acquièrent un développement considérable, avec ses analogues de la Provence, de l'Aquitaine, de la Touraine et du bassin du Nord, permet de saisir d'un seul coup d'œil la suprématie que le Midi de la France a le droit de revendiquer sur les autres contrées, et surtout sur le bassin du Nord, où existent de si nombreuses lacunes. Cette comparaison justifie pleinement l'observation consignée dans un de mes mémoires, que pour la Craie moyenne et la Craie supérieure, ce n'était ni l'Angleterre ni les environs de Paris qu'il convenait de choisir comme types, mais bien les Charentes et la Provence : on peut aujourd'hui ajouter l'Algérie.

M. Hébert divise la Craie moyenne en deux étages : Cénomanien et Turonien; chacun d'eux est subdivisé en deux sous-étages, et ces derniers en zones plus ou moins nombreuses. Comme il n'existe encore, en géologie, aucune règle établie et que l'on soit obligé de suivre pour ces coupures purement artificielles, chaque auteur est

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. II, p. 465; 1874.

libre d'agir suivant sa volonté. Les uns préfèrent adopter le nom de *zones* au lieu de celui de *sous-étages;* les autres celui d'*étages* au lieu de *zones* ou de *sous-étages*. L'important est que ces divisions, sous quelque dénomination qu'on les désigne, répondent à une position stratigraphique et à des faunes identiques. Je laisse de côté les espèces communes que l'on peut citer dans des étages différents ; ce qui tient le plus souvent à la difficulté d'opérer des séparations mathématiques et équivalentes dans des gisements dont le synchronisme est admis par les géologues. Pour mon propre compte, j'ai adopté la méthode des étages, qui se sont trouvés augmentés et auxquels j'ai dû imposer un nom spécial, par la raison toute simple qu'à des choses nouvelles il fallait attacher des étiquettes nouvelles.

Les géologues du Nord, habitués aux types de leurs contrées, se sont, en général, montrés rebelles à mes innovations, que les géologues du Midi ont trouvées commodes, parce qu'elles leur donnaient le moyen de se reconnaître au milieu d'un terrain complexe, sur la classification duquel les livres ne leur fournissaient aucune lumière. Je me rappellerai toujours l'étonnement dans lequel d'éminents géologues Anglais, qui connaissaient la Craie de leur pays sur le bout des doigts, se trouvaient plongés quand je leur montrais les environs de Cassis, des Martigues et les montagnes de la Sainte-Baume. Leur surprise n'avait rien d'extraordinaire, puisque l'Angleterre ne possède que la Craie de Rouen, le *Lower Chalk* qui la surmonte, et la Craie blanche.

Chargé en 1856 de dresser la Carte géologique de la Charente, je me trouvai en présence d'un terrain crétacé que sa puissance considérable et ses diverses faunes, riches surtout en Rudistes, signalaient à l'attention des géologues. Là où, d'après les travaux spéciaux de d'Archiac sur la Craie du Sud-Ouest de la France, je ne pensais guère rencontrer que la Craie de Rouen, j'eus à constater son absence et je trouvai de quoi tailler une foule d'étages dans la Craie moyenne, et une Craie supérieure, à partir des bancs à *Micraster cortestudinarium* jusqu'aux bancs les plus élevés de Maëstricht avec *Hippurites radiosus*.

Je publiai en 1856 (1) un premier mémoire *sur la formation crétacée de la Charente,* dans lequel je m'attachai à faire ressortir l'insuffisance des divisions introduites par d'Archiac. J'établis mes coupes pour la Craie moyenne, en commençant au-dessus du Gault et en terminant à la base de la Craie blanche, de la manière suivante :

1er étage. Craie chloritée de Rouen, avec *Pecten asper, Ammonites varians* ; cet étage manque dans les Charentes.

(1) *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XIV, p. 55 ; 1856.

2e étage. A. Argiles lignitifères; — B. Grès et sables avec *Ostrea columba*; — C. Calcaire à *Caprina adversa*; — D. Argiles tégulines avec *Ostrea biauriculata*; — E. Calcaire à *Inoceramus labiatus.*
3e étage. Calcaire à *Radiolites lumbricalis* et *Hippurites cornupastoris.*
4e étage. Calcaire à *Radiolites organisans* et *Sphærulites Sauvagesi.*

L'annonce que je fis de l'absence de la Craie de Rouen proprement dite dans les Charentes, où d'Archiac et tous les géologues l'admettaient en plein, me valut quelques oppositions, et, si j'ai bonne souvenance, même de la part de M. Hébert, qui opposa à mon opinion la protestation d'un *Hemiaster bufo* recueilli par lui au Port-des-Barques près de Rochefort et qui fut reconnu plus tard pour une espèce toute différente.

Désirant préciser plus nettement mes horizons fossilifères, j'augmentai en 1857 le nombre de mes étages en leur imposant une qualification univoque. La Craie moyenne était ainsi traduite (1) :

1. Étage rhotomagien : manquant dans les Charentes.
2. Étage gardonien (lacustre) : Ile d'Aix, Angoulême, Gard.
3. Étage carentonien : *Caprina adversa, Ostrea columba, Terebratella Carentonensis.*
4. Étage angoumien : *Radiolites lumbricalis, Sphærulites Ponsiana.*
5. Étage provencien : *Hippurites organisans.*

Revenu en Provence après une absence de douze années, je me remis à l'étude de cette contrée, qui m'était déjà familière, et je publiai en 1860 (2) un mémoire sur les *Rapports qui existent entre les groupes de la Craie moyenne et de la Craie supérieure de la Provence et ceux du Sud-Ouest de la France.*

Mes étages n'avaient subi aucune modification : seulement mon étage provencien s'annexait une partie des sables et des grès qui forment la base des assises à *Hippurites organisans.* Ces sables sont très-développés à la Sainte-Baume, aux Martigues et à la Cadière, où je découvris un Sphérulite que je ne pus distinguer du *S. angeiodes.* Ils sont les équivalents des sables supérieurs de Mornas de M. Hébert.

Je fis paraître en 1862 (3) un nouveau mémoire *sur la convenance d'établir un nouvel étage entre les étages angoumien et provencien,* étage que je nommai *mornasien.* Il comprenait les célèbres grès d'Uchaux, qui sont supérieurs à la zone à *Inoceramus labiatus* et à *Terebratella Carentonensis.* Il était caractérisé, outre les polypiers, par les *Ammonites Requieni, A. papalis, A. Deverianus, Arca Matheroni, Trigonia scabra, Cardium guttiferum.*

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIV, p. 882.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVIII, p. 133.
(3) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XX, p. 49.

Je n'osai point lui infliger le nom barbare d'*Uchauxien*, et je préférai lui donner celui dérivé de Mornas, où les grès d'Uchaux se prolongent également. Il est utile de faire observer qu'à Mornas ces derniers sont moins développés et moins fossilifères qu'à Uchaux. Le travail de M. Hébert admet que la partie supérieure des grès de Mornas, qui, près de Mondragon, auraient une puissance de 500 mètres, se trouve placée entre le calcaire provencien à *Hippurites organisans* et les bancs à *Radiolites cornupastoris*, tandis que les grès d'Uchaux avec *Ammonites papalis* formeraient un niveau inférieur à l'étage angoumien. Je crois ces observations fondées. Il est évident, dès lors, que je ne peux plus conserver la place que j'avais assignée à mon étage mornasien dans la série, et qu'il doit descendre au-dessous de l'angoumien. J'avoue que les grès d'Uchaux et ceux de Mornas se succédant régulièrement et sans l'intermédiaire des bancs à *Radiolites cornupastoris*, qui dans les Charentes dessinent un horizon si constant, la confusion était facile à faire. Ce ne sera pas un des moindres services rendus par M. Hébert à la géologie provençale que de l'avoir fait disparaître.

Pour demeurer fidèle à mon système de classification, il me restait à détacher du Carentonien les assises à *Inoceramus labiatus* et *Terebratella Carentonensis*, que leur position et leur faune spéciale séparent du Carentonien; c'est ce que j'ai fait en 1869, en leur donnant le nom d'étage ligérien (1).

Ainsi ma Craie moyenne se trouve constituée de la manière suivante :

1° Étage rhotomagien, comprenant l'étage vraconien de M. Renevier (2).
2° Étage gardonien (lignites), d'origine lacustre, devant se confondre probablement avec l'étage suivant.
3° Étage carentonien (grès du Maine, comprenant les bancs à Trigonies) : *Caprina adversa*.
4° Étage ligérien (Lower-Chalk) : *Inoceramus labiatus*.
5° Étage mornasien (Grès d'Uchaux).
6° Étage angoumien : *Radiolites cornupastoris*.
7° Étage provencien : sables supérieurs de Mornas ; sables des Martigues ; calcaires avec *Hippurites organisans*, etc.

(1) *Monographie des* Ostrea *de la Craie*.

(2) J'ai eu l'occasion d'étudier à Salazac, ainsi qu'à Clansayes, l'étage vraconien de M. Renevier, qui, avec une faune rhotomagienne, contient un certain nombre d'espèces du Gault (*Ammonites inflatus*, *A. auritus*, *Turrilites elegans*, *T. catenatus*, etc.). Ce mélange se reproduit à Montblainville, à Cheville (Suisse), etc. La difficulté d'opérer une séparation convenable de ces deux faunes m'a seule empêché d'accepter l'étage vraconien proposé par M. Renevier pour désigner les bancs qui les renferment.

J'ai dû commencer par l'énumération de mes travaux, avant d'analyser ceux de M. Hébert, à cause de la question de priorité, et j'espère qu'il me sera facile de démontrer que le savant professeur de la Sorbonne est arrivé à des divisions identiques aux miennes, en exceptant toutefois les grès d'Uchaux que j'ai fait monter trop haut dans la série.

CLASSIFICATION DE M. HÉBERT.		CLASSIFICATION DE M. COQUAND.
	Étage cénomanien.	
1er sous-étage.	Grès et calcaires à faune de Rouen.	Étage rhotomagien.
2e *id.*	1. Zone à *Anorthopygus orbicularis.* 2. Calcaires infér. à *Caprina adversa.*	Étage gardonien.
	3. Marnes à Ostracées. 4. Zone à *Heterodiadema Libycum.*	Étage carentonien.
	Étage turonien.	
1er *id.*	Grès à *Inoceramus labiatus.*	Étage ligérien.
	Grès à *Ammonites papalis.* Grès à *Ammonites Requieni.*	Étage mornasien.
	Calcaire à *Radiolites cornupastoris.*	Étage angoumien.
2e *id.*	Sables de Mornas (supérieur), des Martigues. Calcaires à *Hippurites cornuvaccinum.*	Étage provencien.

La concordance, comme on le voit, est complète. J'avoue que ce n'est pas sans un sentiment de grande satisfaction que je vois un géologue du mérite de M. Hébert, sanctionner de l'autorité de son nom les résultats généraux auxquels je suis arrivé pour la formation crétacée des Charentes, de la Provence et de l'Algérie, contrées qui laissent dans l'effacement la Touraine, le Bassin de la Seine et l'Angleterre, et qui, pour la Craie moyenne et la Craie supérieure, seront désormais choisies pour les types les plus parfaits.

Je sais bien qu'on me reprochera d'avoir élevé de simples zones à la dignité d'étages et d'avoir trop multiplié ces derniers. Ce reproche ne saurait m'être adressé par ceux qui placent au même niveau les calcaires de Rouen et les grès du Maine, bien qu'entre eux il n'existe aucune espèce commune et que dans les Charentes la série crétacée débute directement par les grès du Maine. Si je ne distingue pas entre *sous-étages* et *étages,* c'est que le Provencien, par exemple, remarquable par le grand nombre de Rudistes qu'il contient, n'en présente aucun de commun avec l'Angoumien ; l'Angoumien, à son tour, n'a aucun rapport, ni quant à ses fossiles, ni quant à sa composition, avec la zone à *Inoceramus labiatus.* Pourquoi alors ne pas en faire des étages distincts. Les expressions d'Angoumien et de Provencien auront la même signification que celles de zone à *Radiolites cornupastoris,*

ou à *Hippurites organisans*, ou à *Terebratella Carentonensis*. Si (et cette proposition est hors de doute pour tous les géologues provençaux) la base de la Craie blanche (étage santonien) et la Craie blanche de Paris ont pour équivalents les lignites de Piolenc, des Martigues, de la Sainte-Baume et de l'immense bassin de Fuveau, je voudrais bien savoir de quelle manière on parviendra à leur appliquer avec logique les noms de zone à *Micraster coranguinum*, zone à *Micraster cortestudinarium* et zone à *Belemnitella mucronata*, lorsque tous nos fossiles sont d'origine lacustre. Le nom de Campanien, appliqué à toutes les couches correspondant à la Craie blanche de Paris, conviendra, ce me semble, aussi bien à des couches d'origine marine qu'à des couches fluvio-lacustres.

Il existe certainement bien plus de différence entre les faunes du Rhotomagien et du Carentonien qu'entre celles du Callovien et de l'Oxfordien : ces derniers devraient descendre, à ce compte, de leur rang d'étages à celui de sous-étages ou de zones. Suivant ma manière de voir, les épaisseurs n'ont aucune valeur en géologie ; les faunes seules en possèdent une, que ces faunes soient réparties dans 10 ou dans 100 mètres de couches.

Je ne saurais terminer cette simple note sans former le vœu que l'auteur qui l'a inspirée complète son œuvre au plus tôt et nous communique ses documents sur la Craie supérieure du Midi de la France, en nous indiquant les rapports qui existent entre elle et celle du Nord ; l'existence du terrain garumnien au-dessus des bancs à *Hippurites radiosus*, qui représentent l'assise la plus élevée de la Craie de Maëstricht, ajoutera à l'intérêt de cette comparaison.

M. Bioche donne lecture de la note suivante :

Note sur deux **Ammonites à conformation anormale** *du* **Lias** *de la* **Lozère**,

par M. G. **de Malafosse**.

Les Ammonites que j'ai l'honneur de présenter à la Société ont été l'une et l'autre recueillies dans les marnes du Lias supérieur. Elles appartiennent au groupe des *falciferi*, de Buch, dont les représentants sont si nombreux à ce niveau.

La première, trouvée aux environs de Mende par notre collègue M. Paparel, est de forme comprimée et présente les côtes flexueuses de l'*A. Aalensis*, Ziet., dont elle semble aussi se rapprocher par ses cloisons. Mais son dos n'est point tranchant comme celui de cette espèce ; sensiblement arrondi et entièrement dépourvu de carène, il est tra-

versé par les côtes qui s'accentuent au passage. Le siphon, bien visible, occupe sa place accoutumée.

J'ai recueilli le second échantillon auprès de Marvéjols. Il est malheureusement brisé en plusieurs fragments et empâté dans une gangue de calcaire marno-pyriteux : on ne peut distinguer aucune des cloisons. Cependant un géologue quelque peu versé dans l'étude des types liasiques, qui verrait ce fossile posé sur le flanc, y reconnaîtrait immédiatement les caractères du vulgaire *A. bifrons*, Brug.: sillon profond, divisant la largeur en deux parties, dont l'une, interne, est presque lisse, tandis que l'externe est pourvue de côtes arquées, arrondies, à convexité tournée du côté de l'enroulement, etc...

Mais si l'on examine le dos de la coquille, on n'y voit aucune trace des carènes et des sillons qui caractérisent l'*A. bifrons :* les côtes passent nettement d'un côté à l'autre.

Je crois qu'on peut, sans hésiter, regarder ces deux échantillons comme des formes anormales : la première se rattachant au groupe de l'*A. Aalensis,* la seconde n'étant autre chose qu'une monstruosité de l'*A. bifrons.*

L'aspect général de ces fossiles dénote d'ailleurs tout d'abord un état *maladif,* si l'on me permet cette expression. Sur le premier on peut remarquer un applatissement inégal des flancs ; sur le second un groupement irrégulier des côtes deux par deux, dans une certaine région.

D'Orbigny (1) a figuré et décrit comme très-remarquable une déformation analogue de la région dorsale, qu'il observa sur un *A. interruptus,* Brug., du Gault de Maurepaire.

Il fait remarquer, à ce propos, que, lorsqu'une anomalie ne détruit point la symétrie du test, il peut être difficile de reconnaître à quel type doit se rapporter l'échantillon : de là ce sage conseil de ne point se hâter de créer une espèce nouvelle sur un seul individu.

D'Orbigny sortit d'embarras en brisant son *A. interruptus :* il retrouva sur les tours intérieurs la structure ordinaire.

Je n'ai pu faire subir un pareil traitement à mes fossiles, trop mal conservés et de trop petite taille. On peut d'ailleurs douter de l'efficacité absolue du moyen indiqué par l'auteur de la *Paléontologie française.*

L'absence de quille ou de carène peut, en effet, provenir d'une atrophie, d'une difformité congénitale des organes secréteurs du test, et non pas seulement d'un accident, comme dans le cas signalé par d'Orbigny. Il peut encore y avoir arrêt de développement : on sait en

(1) *Paléontologie française,* terrains crétacés, t. I, p. 215, pl. XXXII, fig. 8.

effet que les Ammonites sont dépourvues de quille dans leur jeune âge. Enfin ne serait-il pas permis de voir dans certaines anomalies symétriques un effet de l'hybridation ?

Quoiqu'il en soit, il ne paraît pas possible d'expliquer toujours par des lésions ou blessures de l'animal les déformations dont il s'agit.

Ces déformations sont très-rares chez les espèces du Lias lozérien. Les échantillons soumis par moi à la Société sont les seuls que j'aie rencontrés jusqu'ici. Je ne sais si les anomalies ont été observées ailleurs en plus grand nombre.

Séance du 15 *mars* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Vélain, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Arnaud (François), Notaire, à Barcelonnette (Basses-Alpes), présenté par MM. Cotteau et Jaubert;

Reymond (Ferdinand), quai Castellane, 1, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Hébert et Falsan;

Vallot (Joseph), boulevard Saint-Germain, 243, à Paris, présenté par MM. Hébert et l'abbé Lambert.

Le **Président** félicite M. Vélain, au nom de la Société, sur l'heureux accomplissement de son voyage aux îles Saint-Paul et Amsterdam.

M. **Vélain** remercie vivement la Société de cette marque de haute sympathie.

A l'occasion du procès-verbal, M. **Tombeck** dit qu'il a lu avec le plus grand intérêt, dans le fascicule qui vient d'être distribué, le travail de MM. Douvillé et Jourdy sur l'Oxfordien et le Corallien des environs de Bourges (1), et il pense que dans leurs assimilations avec la Haute-Marne, MM. Douvillé et Jourdy sont dans le vrai.

Toutefois M. Tombeck croit devoir rectifier la coupe que nos confrères donnent, dans leur travail, du Corallien de la Haute-Marne. Dans cette région, en effet, le Corallien inférieur ne se compose pas seulement, comme le disent MM. Douvillé et Jourdy, *de marnes et calcaires*

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 93.

Note de Mr Michel-Lévy.


Bull. Soc. géol. de France.

3e Série, t. III, Pl. IV, p. 199.



Fig. 1. Granite porphyroïde de Vire.

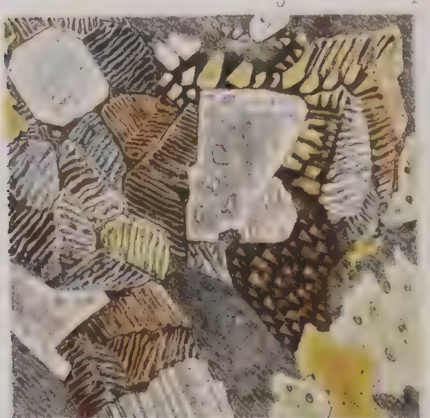


Fig. 3. P. granitoïde de Boën.

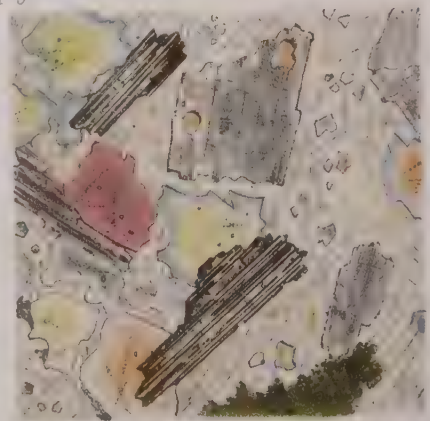


Fig. 2. Elvan de Vaury.



Fig. 5. P. rouge de Rovio.



Fig. 4. P. noir de Montmartin.

Mesnel del. et lith.

Chromolith. Becquet, Paris.

Bull. Soc. géol. de France. 3e Série, t. III, Pl. V, p. 199



Fig 7. Eurite de Ste Magnance.

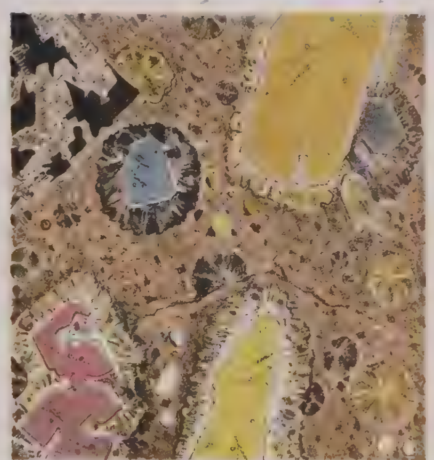


Fig. 6 P. rose de Valgana.



Fig 9.

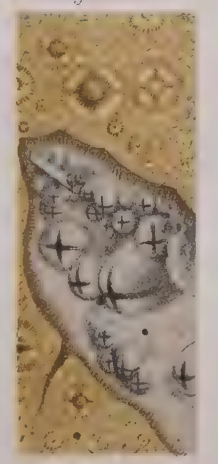


Fig. 8.

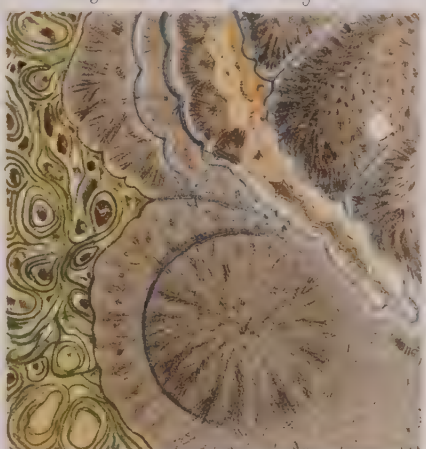


Fig 12. Pyroméride de Gargalong



Fig. 11 P. de St Raphael.



Fig 10 P. de Cugliate.



Fig 13. Pechstein de Fréjus

Mesnel del. et lith. Chromolith. Becquet. Paris.

Note de Mr. Didelot.

Bull. Soc. géol. de France. 3e Série, t. III, Pl. VI. p. 237.



Arnoul del. Imp. Becquet, Paris.

Pycnodus heterodon, Didelot.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ
POUR L'ANNÉE 1875

Président : M. JANNETTAZ.

Vice-Présidents.

M. PELLAT. | M. DUMORTIER. | M. DE LAPPARENT. | M. DAUBRÉE.

Secrétaires.

M. SAUVAGE, pour la France.
M. DELAIRE, pour l'Étranger.

Vice-Secrétaires.

M. VELAIN.
M. BROCCHI.

Trésorier : M. DANGLURE. | *Archiviste :* M. BIOCHE.

Membres du Conseil.

M. Alb. GAUDRY.	M. de ROYS.	M. CHAPER.
M. LEVALLOIS.	M. GRUNER.	M. TOURNOUËR.
M. Ed. HÉBERT.	M. PARRAN.	M. COTTEAU.
M. TERQUEM.	M. BERSON.	M. TOMBECK.

Commissions.

Bulletin : MM. PELLAT, PARRAN, GERVAIS, GAUDRY, CHAPER.
Mémoires : MM. JANNETTAZ, LEVALLOIS, COTTEAU.
Comptabilité : MM. DE ROYS, MOREAU, BIOCHE.
Archives : MM. TOURNOUËR, GERVAIS, PELLAT.

Table des articles contenus dans les feuilles 13 à 17 (1874-1875).



PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant. (Art. 58 du règ.)

La 1re *série* est composée de 14 vol. (1830-1843), qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public.
Le t. I, épuisé.		
Le t. II	20 fr.	28 fr.
Le t. III.	30	40
Les t. IV, V et VI, épuisés.		
Le t. VII	10	16
Les t. VIII à XI, chacun	5 fr.	8 fr.
Le t. XII.............	20	28
Le t. XIII	30	40
Le t. XIV.............	5	8

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 volumes. Son prix est de 400 fr. *pour les Membres*, et de 500 fr. *pour le public*. Pris séparément, les volumes se vendent :

	Aux Membres.	Au public.
Le t. I ne se vend pas séparément		
Les t. II, III et IV, chacun	30 fr.	50 fr.
Les t. V à XVIII, chacun.	10	30
Le t. XIX...............	30	50
Les t. XX à XXVII, chacun	10 fr.	30 fr.
Le t. XXVIII.............	5	30
Le t. XXIX.............	10	30

Table des XX premiers volumes du Bulletin (2e série) { Prix, pour les Membres : 4 fr. — pour le public .... : 7

La 3e *série* est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public.
Le t. I.................	10 fr.	30
Le t. II.............	10 fr.	30

Le *Bulletin* s'échange contre des publications scientifiques périodiques.

Mémoires. — 1re *série*, 5 vol. in-4° (1833-1843.) — Le prix de chaque demi-vol. des t. I, II et III (à l'exception de la 1re partie du t. I, qui est épuisée) est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. — Le prix de chaque demi-volume des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, de 18 fr. pour le public.

2e *série*, en cours de publication, 9 vol. in-4° (1844-1873). — Le prix de la collection (moins la 1re partie du t. 1er *épuisée)* est de 145 fr. pour les Membres, de 270 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re partie, ne se vendent pas séparément. Le prix des autres demi-volumes des t. II à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. — Les mémoires publiés dans les t. VII, VIII et IX se vendent :

		Aux Membres.	Au public.
T. VII. —	Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.
	Mémoire n° 2	7	13
	Mémoire n° 3	8	15
T. VIII. —	Mémoire n° 1	8	15
	Mémoire n° 2	6	11
	Mémoire n° 3	8	17
T. IX. —	Mémoire n° 1	8 fr.	15 fr.
	Mémoire n° 2	1 50	2 50
	Mémoire n° 3	5	10
	Mémoire n° 4	4	8
	Mémoire n° 5	7	12
T. X. —	Mémoire n° 1	5	10
	Mémoire n° 2	5	10

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public.
Collection, moins le t. 1er qui est épuisé...	60 fr.	80 fr.
Tome I, épuisé.		
— II, { 1re partie / 2e partie } ne se vendent pas séparément.		
Tome III	5 fr.	8 fr.
— IV	5	8
— V............	5	8
— VI	5	8
— VII	5	8
— VIII............	5	8

Adresser les envois d'argent, les demandes de renseignements et les réclamations à M. le TRÉSORIER, rue des Grands-Augustins, 7.

Meulan, imprimerie de A. Masson.